

Die Beziehungen zwischen klassischer
Hörprüfung mit Sprache und dem
Sprachaudiogramm, auch im Hinblick
auf die gutachterliche Beurteilung
des Gehörs

Otto Joseph Kreutle

STANFORD-LANE MEDICAL LIBRARY

Uni-Druck, München 13

Aus der Universitätsklinik für Hals- Nasen- Ohrenkranke Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. H.L. Wullstein

DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN KLASSISCHER HÖRPRÜFUNG
MIT SPRACHE UND DEM SPRACHAUDIOGRAMM,
AUCH IM HINBLICK AUF DIE GUTACHTERLICHE BEURTEILUNG
DES GEHÖRS.

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität
Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Otto Joseph Kreutle

aus

Augsburg.

Würzburg 1958

STANFORD-LANE MEDICAL LIBRARY

Referent: Professor Dr. med. H. L. Wullstein

Tag der Promotion: **30. 7. 58**

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Meiner lieben Frau



Digitized by the Internet Archive
in 2026

LITERATURVERZEICHNIS

- American Medical Association: Council on Physical Medicine.
Tentative Standard Procedure for Evaluating the Percentage of Useful Hearing Loss in Medicolegal Cases. Jour. A. M. A. 119:1108-1119. 1942.
- American Recommended Practice for Loud Speaker Testing, American Standards Association, C 16.4. 1942.
- American Standards Association, Recommended Practice for Volume Measurements of Electrical Speech and Program Waves, C 16:5-1942. (zit. b. Walsh).
- Amersbach, K. und Meister, F. J.: Beiträge zur Definition des Sprachgehörverlustes. Zsch. Laryng. 31, 406 (1952).
- Azzí, A.: Considerazione sul quadro audiometrico delle sordità dell' VIII. Riv. Audiol. prat. 6, 47-73 (1956).
- Bauer, E.: Sprachaudiometrische Untersuchungen mit Normalhörenden und einseitig Tauben. Dissertation, Freiburg 1957.
- Bekesy, G. V.: A New Audiometer. Acta Oto-Laryngol., 35: 411-22 (zitiert bei Davis und Hahlbrock).
- Bezold, F.: Über die funktionelle Prüfung des menschlichen Gehörorgans. Wiesbaden 1909.
- Bradley, H.: Practical office audiometry. N. Y. State Journ. Med. 56, 2975-2978 (1956).
- Bocca, E.: L'audiometria vocale, Oto-rino-laring. ital. 19, 461, 500 (1951).
- Boenninghaus, H. G. und Röser, D.: Beziehungen zwischen Hörweite und Sprachaudiometrie unter Zugrundelegen raumakustischer Untersuchungen. Zschr. f. Laryngol. usw. 36, H. 5, S. 262-277.
- Brosch, E.: The value of audiometry for the diagnosis of some otoneurological conditions. Ceskolov. Otolaryngol. 5. 238-248 m. eng. Zusfsg.

- Brown: Experimentelle Untersuchungen über die Verlässlichkeit der Audiometrie. Zbl. f. Hals- usw. Heilkunde 39, 421 ff. (1948).
- Carhart, R.: Basic principles of speech audiometry. Acta Otol. 40, 62 ff. (1951).
- Carhart and Hayes, Cl.: Clinical reliability of bone conduction audiometry. Laryngoscope 59, 1048-1101 (1949).
- Catalano, Giovanni, B. e Tede Madonia: Ulte iore contributo sperimentale sulle lesione istologiche labirintiche da streptomycin (Nota preventiva) Clin. otorinolaringoiatr. 8, 51-54 Referat Zbl. Bd. 57, H. 3.
- Committee on Electro-Acoustics. Hearing Aids and Audiometers. Medical Res. Council Spec. Rep. S. Nr. 261 London: H. M. S. O. 1947
- F. Costa e F. Mazzei: Sul comportamento dell'organo auditivo nel sulfocarbismo cronico. Arch. ital. Laring. 64, 293-296 (1956). Referat: Zbl. Bd. 57, H. 2
- Davis, H.: The articulation area and the SOCIAL ADEQUACY INDEX for hearing. The Laryngoscope 58, 761-778, (1948).
- Davis, H., Hudgins, C. V.; The Selection of Hearing Aids.
- Marquis, R. J., Nichols, R. H., Jr., The Laryngoscope, 56, 85-115 (1946).
- G. E. Peterson, D. A. Ross, S. S. Stevens:
- de Stefani, G. B. e G. Brisolin: Rilevi clinici nella presbiacusia. Clin. Otorinolaringol., Univ. Padova. Riv. Audiol. prat. 4, Nr. 7-8-9 45-47 (1956). Referat Zbl. Bd. 58, H. 1.
- Egan, J. P.: Articulation testing methods. The Laryngoscope 58, 982 ff. (1948).
- Falconer, G. A. and Davis, H.: The intelligibility of Connected Discourse as a Test for the Threshold for Speech. The Laryngoscope 57: 581-595 (1947). (zitiert bei Davis).
- Fleischer, K.: Audiometrische und histologische Untersuchungen über die Altersschwerhörigkeit. HNO-Wegweiser 6, 63 ff. (1956).

- Fletcher, H. and Munson, W.A. : Loudness, its definition, measurement etc. J. Acoust. Soc. Amer. 4, 82 ff. (1932),
- Fowler, E.P. : Das Phänomen des Lautausgleichs, Zbl. f. Hals- usw. Heilkunde 43, 334 ff. (1952).
- Güttner, W. : Das Hörgerät als Hilfe für den Schwerhörigen, Zeitschr. f. Laryngol. Rhinotologie 1951 S. 375-384.
- Hahlbrock, K.H. : Sprachaudiometrie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1957.
- in Zöllner: Audiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1954.
- Über die Praxis der Sprachaudiometrie. HNO-Wegweiser 5, 212-214 (1955).
- Heermann, J. : Vergleichende sprachaudiometrische Untersuchungen über Kopfhörer und Lautsprecher bei Normal- und Schwerhörigen. Dissertation Freiburg 1956.
- Huizing, H.C. and Kruisinga, R.H.J. : On the use of the Whisped voice in Audiology. Acta Oto-Laryngologica Vol. 48, Fasc. 1-2, 106-111.
- Kietz, H. und Zangemeister, H.E. : Die Einführung in die Audiometrie. Verlag für angewandte Wissenschaften Wiesbaden, 1953.
- Koch, J. Langenbeck, B. und Loebell, H. : Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohrenarztes. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1952.
- Koch, J. und Weiland, E. : Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Hörverlustkurve und Sprachverständnis. Zeitschr. f. Laryngol. etc. 29, 423-429 (1950).
- Langenbeck, B. : Leitfaden der praktischen Audiometrie. 2. Aufl. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1956.
- Lüscher und Ermani : Die topisch-diagnostische Bedeutung der Unterschiedsschwelle für Tonintensitätsänderungen. Arch. f. Ohren- usw. Heilkunde 157, 158 (1950)

- Lüscher und Zwislocki: Eine einfache Methode zur normalen Bestimmung des Lautstärkeausgleichs. Arch. Ohren- usw. Heilkunde 155, 323 ff. (1948).
- Marx, H. : Kurzes Handbuch der Ohrenheilkunde. Jena, Gustav Fischer Verlag, 2. Aufl. 1947.
- Meister, F.J. : Akustische Meßtechnik der Gehörprüfung. Verlag G. Braun, Karlsruhe 1954.
- Mittermaier, R. : Ohrenärztliche Begutachtung unter besonderer Berücksichtigung der Erwerbsminderung. Archiv Ohren- Nasen- Kehlkopfheilkunde. 161, 94-205 (1952).
- Mol, H. : The haircels and intelligibility. Acta otolaryngol. Stockholm 46, 416-421 (1956).
- Mullin, Cecil J. and Jaci. L. Bangs: Relationships between speech Discrimination and other audiometric data. Acta oto-laryngol. Stockholm 47, 149-157 (1957).
- Pellegrini, A. und Bocca, E. : Studio statistico sulla composizione fonetica della lingua italiana e sua applicazione pratica all' audiometria con parole. Arch. ital. otol. 61, Suppl. 5 (1950).
- Ranke, O.F. und Lullies, H. : Gehör, Stimme, Sprache. Springer Verlag. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953. (zitiert bei Hahlbrock und Meister).
- Rombelli Ugo: Recherches sur l' audiometrie par tons complexes. Proc. for 5. Internat. Congr. of Oto-Rhino-Laryngol. 1955, 236-241, Ref. im Zbl. Bd. 58, H. 2.
- Schilli, W. : Die Hörprüfung mit Flüster-Umgangssprache, ihre Fehlerquellen und ihre Beziehungen zum Sprachaudiogramm. Dissertation Freiburg 1956.
- Schmidt, H. : Sprachaudiometrische Untersuchungen im Lärm. Diss. Freiburg, 1954.

- Schmidt, W. : Untersuchungen über Vergleichsmöglichkeiten zwischen der quantitativen Hörprüfung mit Stimmgabeln und der Hörprüfung mit dem Audiometer. Zschr. f. Laryngol. usw. 30. Jahrg. 385-391 (1951)
- Silverman, S.R. : Tolerance for Pure Tones and Speech in Normal and Defective Hearing. Ann. Otol. Rhinol. and Laryngol. 56: 658 ff. (1947).
- Silverman, S.R., Thurlow, W.R., Walsh, T.E. and Davis, H. : Improvement in the social adequacy index for hearing following the fenestration operation. The Laryngoscope 58, 607-631 (1948).
- Thièbaut, F., G.F. Greiner et M. Mengus: Lésions de voies auditives centrales s'accompagnant de recrutement. Ann. d'Oto-Laryngol. 73, 257-261 u. 304-305 (1956).
- Trendelenburg, F. : Klänge und Geräusche. Verlag von Julius Springer, 1935.
- Thurlow, W.R., Silverman, S.R., Davis, H. and Walsh, T.E. : A Statistical Study of Auditory Tests in Relation to the Fenestration Operation. The Laryngoscope 58: 43-66 (1948).
- Wagemann, W. : Audiologische Begutachtung des Schalltraumas. HNO-Wegweiser 6, 59 ff. (1956).
- Walsh, T.E. and Silverman, S.R. : Diagnosis and Evaluation of Fenestration. The Laryngoscope 56, 537-556 (1946).
- Weiland, E. : Neue Wörtertестe für Sprachaudiometrie und über damit angestellte Untersuchungen an 96 Normalhörenden. Dissertation Freiburg 1954.
- Wullstein, H.L. : Operationsmethoden zur Hörverbesserung und Prophylaxe bei Otosklerose und Adhäsivprozeß und ihre vorläufigen Ergebnisse. Archiv 156, 252-269 (1949/50). Die modernen hörverbessernden Operationen. Sonderdruck: Hörstörungen in neuzeitlicher Sicht aus der Wissenschaftlichen Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg V. Jahrg. H. 5 S. 986-1001.

Zangemeister, H. E. :

Zur Sprachaudiometrie.
Zschr. f. Laryngol. usw. 31,
335-338,

DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN KLASSISCHER HÖRPRÜFUNG MIT SPRACHE UND DEM SPRACHAUDIOGRAMM, AUCH IM HINBLICK AUF DIE GUTACHTERLICHE BEURTEILUNG DES GEHÖRS

Die klassische Sprachprüfung wird heute noch vielfach neben der besonders in Kliniken üblichen Sprachaudiometrie beibehalten. Hierbei drängt sich die Frage nach einer Vergleichsmöglichkeit beider Untersuchungsmethoden auf, da sie beide die Verständlichkeit für Sprache ermitteln.

Bei allen Einwänden gegen die Hörprüfung in der althergebrachten Weise bietet sie doch ein klares Bild über den effektiven Hörverlust für Umgangs- und Flüstersprache. Dem Vorschlag von Bezold folgend haben die meisten Untersucher Flüstersprache mit Residualluft geprüft, die Lautstärke in Dezibel¹⁾ beträgt hierbei nach raumakustischen Untersuchungen von Boenninghaus und Röser 33 dB bei Flüstersprache und 56 dB bei Umgangssprache in 1 m Entfernung vom Mund des Untersuchers. Die Werte beziehen sich auf die Dezibel-Skala, die der nach Hahlbrock durchgeführten Sprachaudiometrie zugrunde liegt. Die Schallstärke beträgt Null dB, wenn ein Normalhörender soeben merkt, daß überhaupt gesprochen wird, das Gesprochene aber nicht versteht.

-
- 1) Das Dezibel ist ursprünglich ein relatives Maß, das das Verhältnis zweier Größen zueinander in logarithmischer Stufung ausdrückt. Diese Stufung wurde deshalb gewählt, weil einerseits das Gehör zwischen Hör- und Schmerzschwelle den riesigen Bereich von 14 Zehnerpotenzen in der Schalleistung (Watt/cm^2) bzw. 7 Zehnerpotenzen im Schalldruck (dyn/cm^2) umfaßt, der in der logarithmischen Darstellungsweise auf handliche Abmessungen komprimiert wird, andererseits weil das Ohr selbst einen angenähert logarithmischen Zusammenhang zwischen Reiz und Empfindung aufweist (Weber-Fechner'sches Gesetz). 1937 wurde neben diesem relativen Dezibel das sogenannte absolute oder Schalldruckdezibel eingeführt. Als Bezugswert wurde die ungefähre Hörschwelle bei 1000 Hz festgelegt, mit dem Wert: $0 \text{ dB} = 2 \text{ mal } 10^{-4} \text{ Millibar Schalldruck} = 1 \text{ mal } 10^{-16} \text{ Watt/cm}^2 \text{ Schalleistung}$.

Fruher wurden die von Marx empfohlenen zweistelligen Zahlen für die Hörprüfung verwendet sowie Testworte mit "hohem und tiefem Klangcharakter", heute fordert man dazu ein Wortmaterial, das nach klanganalytischen Gesichtspunkten zusammengestellt ist (Hahlbrock, Meister und Schubert). Die Verwendung von Logotomen, wie sie im italienischen Sprachbereich teilweise üblich ist, demzufolge auch von Bocca, Pellegrini, Rombelli, aber auch von H. Mol empfohlen wird, ist wegen ihrer großen Fehlerbreite im Deutschen und Französischen abzulehnen (Falconnet u. a.).

Die bisher übliche Sprachprüfung läßt sich bei derselben Person mit dem gleichen Sprecher zwar bedingt reproduzieren, falls er die Möglichkeit hat, die Lautstärke seiner Stimme ständig zu kontrollieren, aber nicht mit Ergebnissen anderorts vergleichen. Deshalb entwickelte Harvey Fletcher bereits 1926 mit den Western Elektrik 4 A ein Audiometer, das mit Grammophonanschluß und elektromagnetischem Tonabnehmer ausgerüstet war und so die ersten Grundlagen für die Sprachaudiometrie bildete. Michler baute 1951 in Freiburg den Audiometertyp, aus dem unsere heutigen Modelle entwickelt wurden: Sie bestehen als Sprachaudiometer grundsätzlich aus einem Tonband, oder aus einer Magnettonwalze, einem entsprechenden Wiedergabegerät, aus einem Verstärker und einem in dB gestuften Abschwächerteil sowie letztlich aus einem Lautsprecher oder Kopfhörer. Die zur Zeit handelsüblichen Sprachaudiometer arbeiten mit dem sogenannten Freiburger Sprachtest, wobei allerdings auf den Hörverlusttest verzichtet wird, da er gegenüber dem Zahlen- und Worttest keine weiteren diagnostischen Möglichkeiten bietet. Unsere Untersuchungen wurden mit dem Atlas-Sprachaudiometer durchgeführt, das ebenso wie das Beoton-Gerät einheitlich geeicht und in 5 dB-Stufen verstellbar ist. Die so gewonnenen Ergebnisse sind vergleichbar, doch wird eine gewisse Fehlerbreite auch hier nicht vermieden, da Reaktionsfähigkeit und psychische Verfassung des Patienten einen gewissen Ausschlag geben.

In der hier vorliegenden Arbeit wird untersucht, welche Beziehungen zwischen der Hörweite und audiometrischen Messungen bestehen.

Beziehungen zwischen Hörweite und Tonschwellenaudiogramm

Zunächst muß der Versuch, rein rechnerisch aus dem Tonschwellenaudiogramm auf das Sprachgehör zu schließen, als gescheitert angesehen werden (Fowler sen., Koch und E. Weiland). Eigene Untersuchungen befaßten sich mit demselben Problem; nach Fletcher und Steinberg, Güttner und anderen kommt man mit Frequenzen von 300 Hz bis 4000 Hz für den menschlichen Sprachbereich völlig aus, ohne daß durch Weglassung der oberen und unteren Schwingungsbereiche ein Verständnisverlust einträte. Eine besondere Bedeutung kommt dabei den Frequenzen von 512 Hertz bis 4096 Hertz zu. Mit diesem Schwingungsbereich wird ein Silbenverständnis von 73 % im Deutschen erreicht. Da die tiefen Frequenzen meist bei Hörverlusten weniger betroffen sind und diese Einschränkung für die Aufnahme von Eintonenschwellenaudiogrammen vorgenommen wird, erscheint es hier erlaubt, die halbschematischen Darstellungen nur mit diesem Schwingungsbereich wiederzugeben. Von 512 Hz bis 2048 Hz und von 1024 Hz bis 4096 Hz wurden die Mittelwerte für die Knochen- und Luftleitung errechnet und wiedergegeben. Die Messungen erfolgten monaural in der Camera silens (2,5 m mal 2,10 m mal 1,5 m), wobei die von Kietz, Langenbeck und anderen angegebenen Richtlinien für die Vertäubung des nichtgeprüften Ohres streng beachtet wurden. Bei allen Patienten wurden der Wébersche und der Rinnesche Versuch durchgeführt, die jedoch im Rahmen der Betrachtungsweise an Interesse verloren, da sie meist aus dem Eintonenschwellenaudiogramm abgelesen werden können. Für die klassische Hörprüfung mit Sprache wurde ausschließlich das Freiburger Testmaterial verwendet, d.h. die zweistelligen Zahlen reihenweise für die Flüstersprache, dann ebenso für die Umgangssprache, der sich dann die Prüfung mit zwei aneinander gefügten Einsilbern anschloß. Der Hörprüfraum der Klinik (5,3 m mal 4 m mal 3,8 m) ist mit schallabsorbierenden Faserplatten ausgekleidet, hat einen Nachhall von etwa einer Sekunde und entspricht somit den Anforderungen. Die Hörprüfungen wurden in die ruhigen Mittags- oder Abendstunden gelegt.

Es wurden 600 Patienten, darunter 100 normalhörige monaural untersucht. Die Fälle mit pathologischen Audiogrammen wurden nach Diagnose und Schwere der Erkrankung zusammengefaßt. Die Schwankungsbreite der Hörweiten erreichte bei den einzelnen Gruppen folgende Werte:

1. Normalhörer: 100

Knochenleitungsschwelle bis 10 dB
Luftleitungsschwelle bis 10 dB
Flüstern (Zahlen) mehr als 6 m
Testworte mehr als 6 m

2. Patienten mit Otitis media chronica

a) leichte Fälle: 85

Knochenleitungsschwelle bis 15 dB
Luftleitungsschwelle bis 30 dB
Hörweite: Flüstern (Zahlen) 1, 7 m bis mehr als 6 m
Umgangssprache Zahlen über 4 m
Umgangssprache Testworte 3 m bis mehr als 6 m

b) mittelschwere Fälle: 140

Knochenleitungsschwelle bis 30 dB
Luftleitungsschwelle bis 50 dB
Hörweite: Flüstern (Zahlen) 0, 3 m bis 4 m
Umgangssprache Zahlen 2, 5 m bis 6 m
Umgangssprache Testworte 2 m bis 6 m

c) schwere Fälle: 60

Knochenleitungsschwelle bis 50 dB
Luftleitungsschwelle bei mehr als 50 dB
Hörweite: Flüstern (Zahlen) $\emptyset$ bis 2, 5 m
Umgangssprache Zahlen 0, 2 m bis 5 m
Umgangssprache Testworte ac bis 3 m

3. Patienten mit Otosklerose

a) leichte Fälle: 77

Knochenleitung von 64 Hz bis 512 Hz bei 0 dB,
von 512 Hz bis 4096 Hz bei 5 bis 10 dB
Luftleitungsschwelle um 30 bis zu 40 dB
Hörweite: Flüstern (Zahlen) 0, 5 m bis 5 m
Umgangssprache Zahlen 4, 5 m bis mehr als 6 m
Umgangssprache Testworte 3, 5 m bis 6 m

b) mittelschwere Fälle: 88

Knochenleitungsschwelle von 64 Hz bis 512 Hz bei OdB,
bei 4096 Hz 25 bis 30 dB

Luftleitungsschwelle um 40 bis 60 dB

Hörweite: Flüstern (Zahlen) ac bis 3 m

Umgangssprache Zahlen 0, 6 m bis 5 m

Umgangssprache Testworte 0, 4 m bis 3 m

c) schwere Fälle: 50

Alle mit tiefer liegenden Audiogrammen

Hörweite: Flüstern (Zahlen) Ø bis 3, 5 m

Umgangssprache Zahlen 0, 3 m bis 3, 5 m

Umgangssprache Testworte ac bis 2, 5 m

Abschließend muß festgestellt werden, daß aus der Hörschwelle für reine Töne nur wenig auf das Verstehen von Sprache geschlossen werden kann. Bereits 1950 haben Koch und E. Weiland aus ihren praktischen Erfahrungen hierüber berichtet. Ganz allgemein kann man sagen, daß ein Hörverlust von 30 dB und weniger das Verstehen von Umgangssprache nicht wesentlich behindert; er wird deshalb auch als "soziales Gehör" bezeichnet (Lempert, Silvermann u. a.); liegt die Hörschwelle andererseits bei 80 dB und mehr, so werden Sprachlaute nicht mehr erkannt. Es besteht somit keine brauchbare Vergleichsmöglichkeit zwischen Eintonschwellenaudiogramm und Sprachgehör.

Um diesen Mißstand zu beseitigen und bei Sprachgehörprüfungen vergleichbare Ergebnisse zu gewinnen, wurde nach 1945 in Deutschland die Sprachaudiometrie entwickelt. Hahlbrock folgte damit dem amerikanischen Vorbild und förderte ihre Entwicklung; unter seiner Anleitung wurden die heute gebräuchlichen Zahlen- und Wortteste ausgearbeitet und die Normkurven für Normalhörer ermittelt.

In dem folgenden Teil werden die Beziehungen zwischen Hörweite und Sprachaudiogramm untersucht.

Schwellenaudiogramm, Sprachaudiogramm und Hörweite

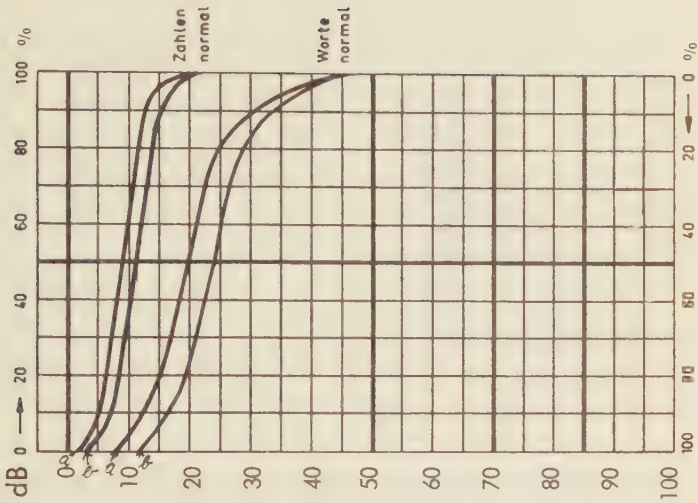
Als Maß der Hörfähigkeit diente zuerst das Verstehen von Worten in Metern Entfernung und wurde später in verschiedene Gruppen für klinische und gutachterliche Zwecke unterteilt.

Es wurden 100 Normahörer, sowie 255 Schwerhörige untersucht, von denen 144 an Schalleitungsstörungen und 111 an gemischten Hörstörungen leiden; die Einteilung erfolgte nach der von Mittermaier geforderten Weise.

Die sogenannte klassische Sprachprüfung wurde mit dem Freiburger Testmaterial durchgeführt, d. h. Flüstersprache mit den Zahlenreihen, Umgangssprache mit Zahlen und den aus zwei Einsilbern zusammengesetzten Testworten, wie sie beim Hörverlusttest üblich sind. Der Untersucher entfernte sich vom Patienten, das nicht untersuchte Ohr wurde jeweils mit dem Atlas-Rauschgenerator vertäubt. Von jedem Probanden wurde das Tonschwellenaudiogramm in der Camera silens aufgenommen, die Sprachaudiogramme wurden ebenfalls monaural über Kopfhörer angefertigt. Beide Male wurden die Geräte der Atlas-Werke Bremen verwendet, das Sprachaudiometer stand im Hörprüfraum der Klinik.

Zunächst wurden die Normalkurven für das Wort- und Zahlenverständnis ermittelt; dazu mußten, um Vergleiche mit den in Freiburg erarbeiteten zu ermöglichen, ähnliche Bedingungen gestellt werden: Als Normalhörer (100) galten nur Patienten mit einer Hörweite von mehr als 6 m für Umgangs- und Flüstersprache (bedingt durch die Räumlichkeit), einwandfrei feststellbarer guter Tubendurchgängigkeit nach Valsalva und normalem otoskopischem Befund. Als Grenze für ein normales Eintonaudiogramm wurde eine Luftleitungsschwelle von 10 dB angenommen. Im Gegensatz zu Heermann (Freiburg), der Schüler und Studenten von 15 bis 25 Jahren durchtestete, wurden in diese Gruppe Patienten durchschnittlicher Intelligenz im Alter von 20 bis 30 Jahren aufgenommen. Die Normalhörer wurden je dreimal geprüft, die Kurven jeweils aus 4 bis 6 Meßpunkten ermittelt.

Sprachaudiogramme:



a) Normkurven nach J. Heermann (Freiburg)

b) eigene Untersuchungen.

Die angegebenen Linien stellen die Mittelwerte dar.

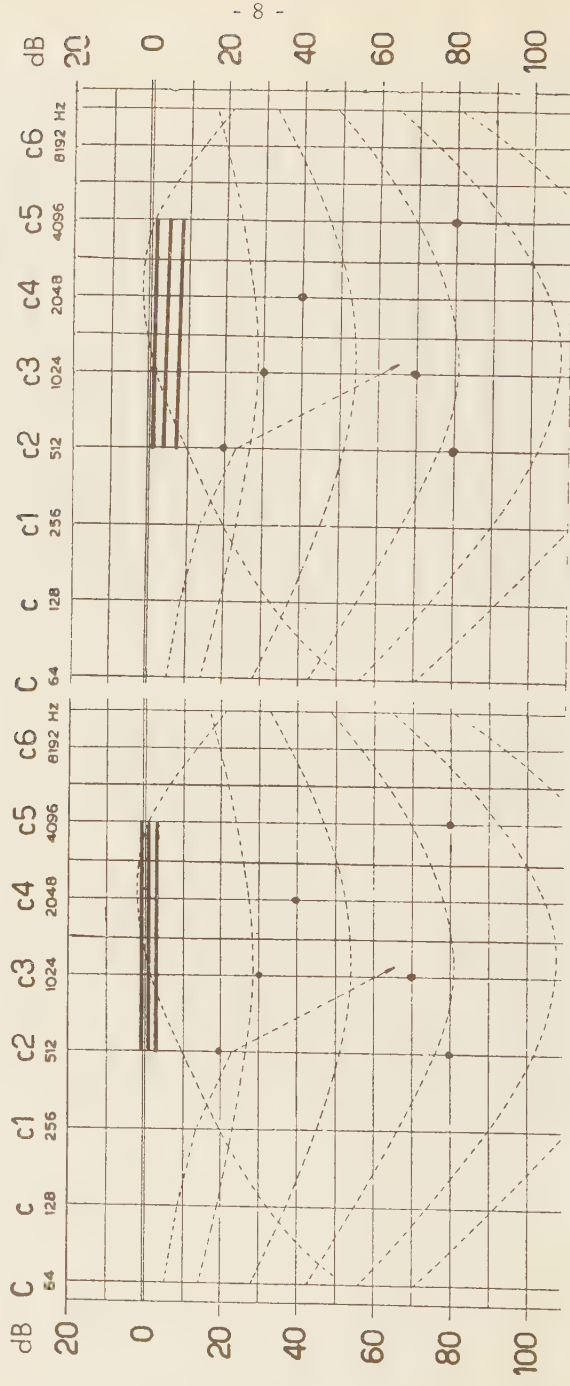
1. Normalhörer: 100

Hörweite: Flüstern und Umgangssprache mehr als 6 Meter.

Schwellenaudiogramme:

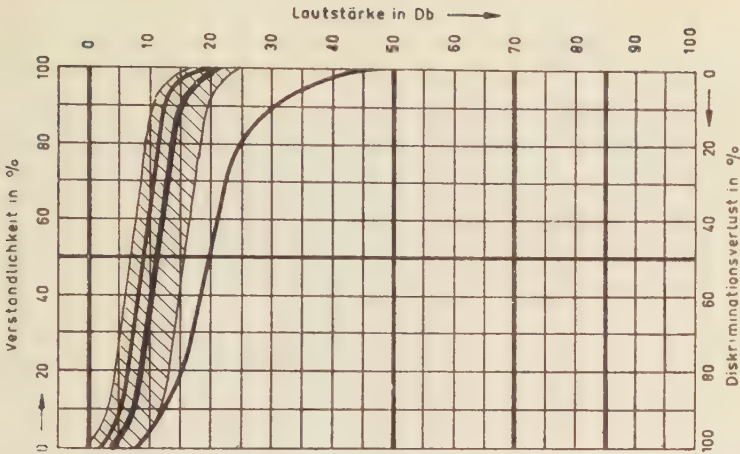
a) Knochenleitungsschwelle

b) Luftleitungsschwelle

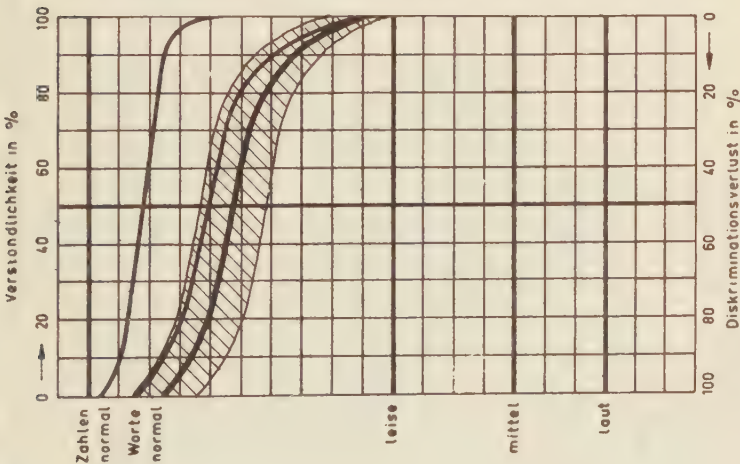


Halbschematische Darstellung: Es sind jeweils die Mittelwerte für 512 bis 2048 Hz und für 1024 bis 4096 Hz errechnet, bei 1024 und 2048 Hz eingetragen und bis zu 512 Hz bzw. 4096 Hz ausgezogen. Die mittlere Linie stellt die My-Werte dar, die obere und die untere geben die Werte für Sigma (mittlere Streuung) an.

Sprachaudiogramme:



- a) Zahlenkurve der Normalhörer. My = Mittelwert stark ausgezogen der Bereich der mittleren Streuung ist schraffiert; in ihm liegen 87 von 100 Audiogrammen.



- b) Wortkurve der Normalhörer. Mittelwert stark ausgezogen, Bereich der mittleren Streuung schraffiert; in ihm liegen 90 von 100 Audiogrammen.

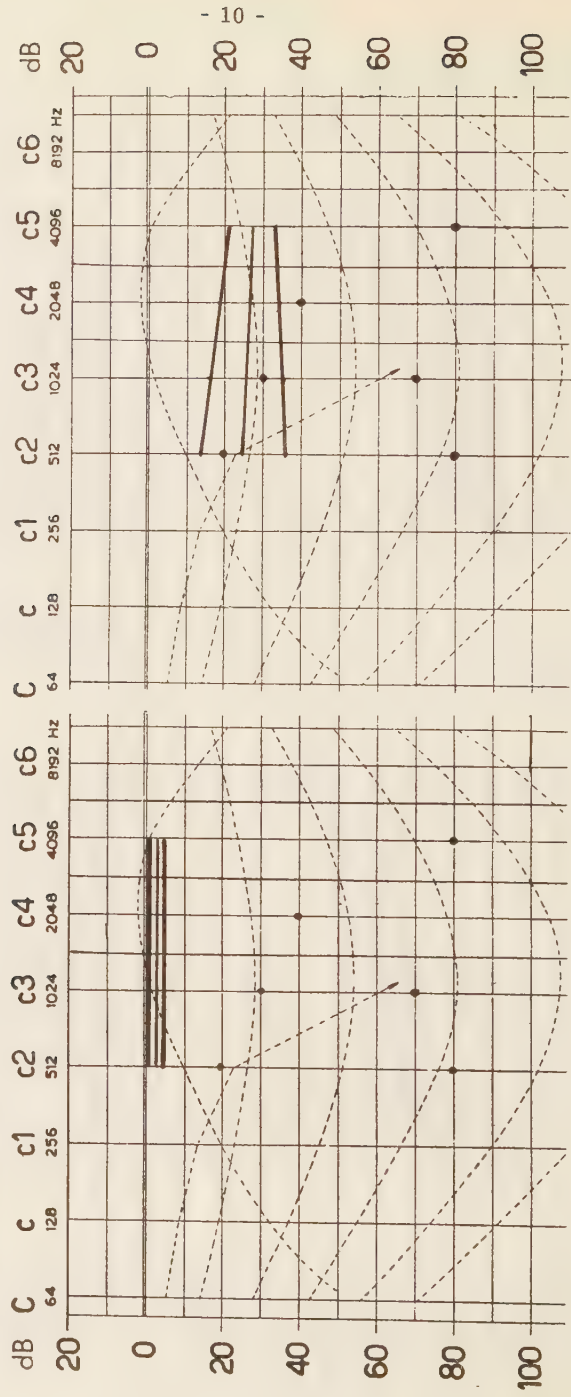
2. Geringgradige Schwerhörigkeit

a) reine Schalleitungsstörungen: 97 Fälle

Hörweite: Umgangssprache über 4 Meter

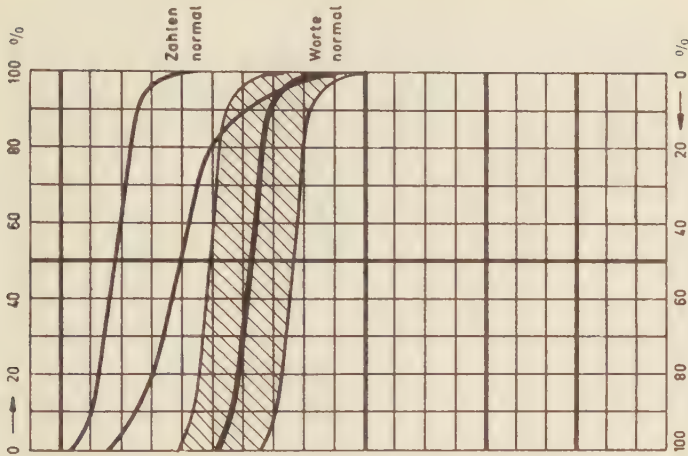
Schwellenaudiogramme:

a) Knochenleitungsschwelle

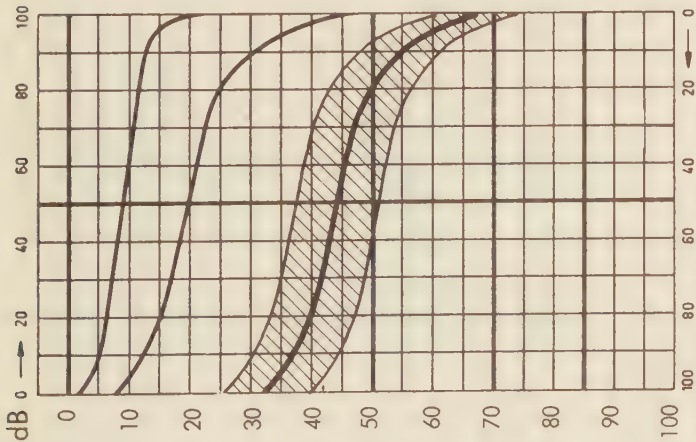


Halbschematische Darstellung: Die obere und untere Linie stellen die mittlere Streuung (Sigma) dar, die mittlere Linie gibt die Mittelwerte (My) an.

Sprachaudiogramme:



- a) Zahlenkurve. Der Mittelwert (My) ist durch die stark ausgezogene Linie angegeben, der Bereich der mittleren Streuung schraffiert; in ihm liegen 72 von 97 Audiogrammen.



- b) Wortkurve. Darstellungsweise wie oben, im Bereich der mittleren Streuung liegen 70 von 97 Audiogrammen.

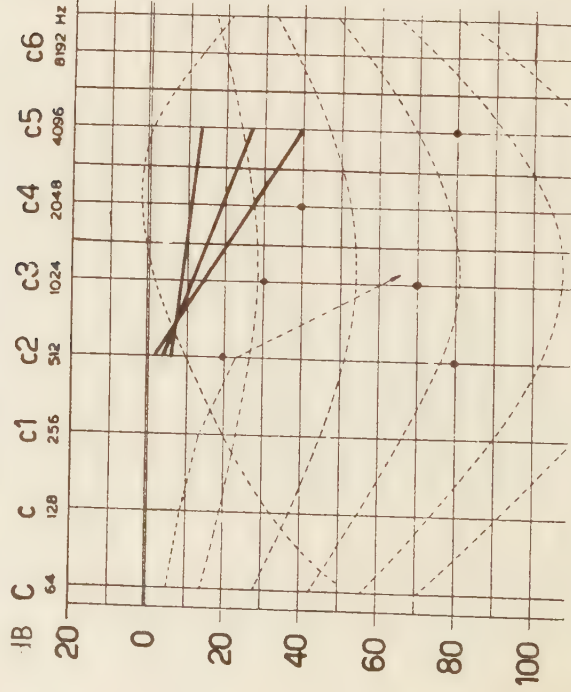
2. Geringgradige Schwerhörigkeit

b) kombinierte Hörstörungen: 25 Fälle

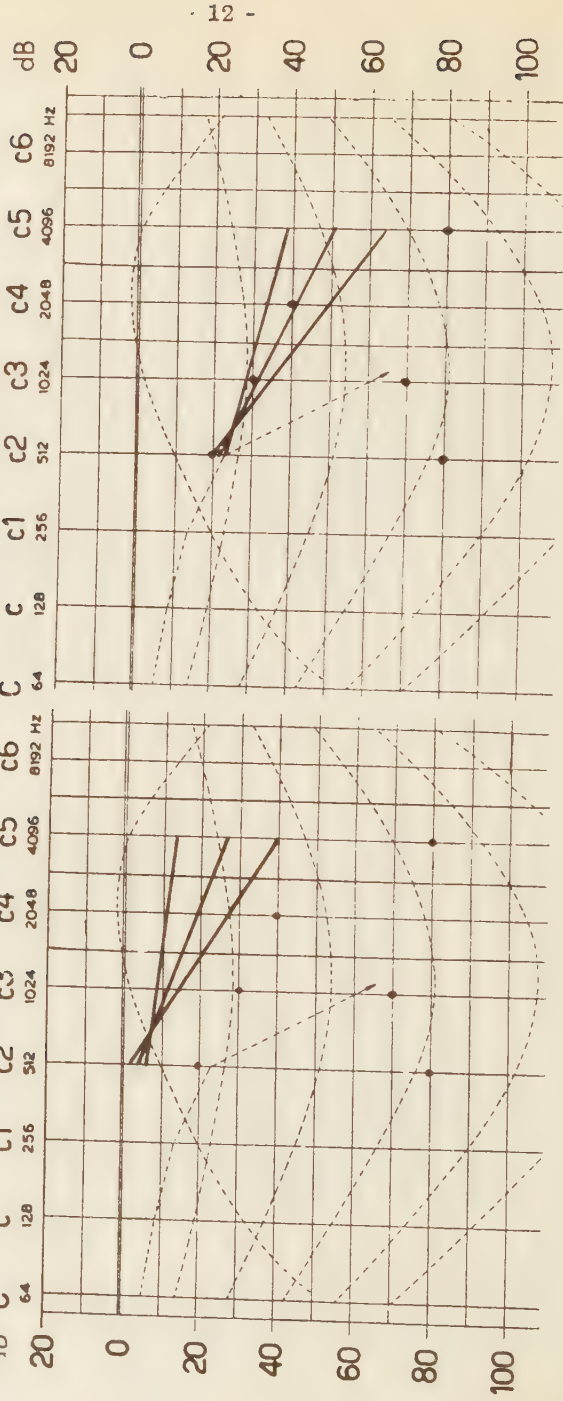
Hörweite: Umgangssprache über 4 Meter.

Schwellenaudiogramme:

a) Knochenleitungsschwelle

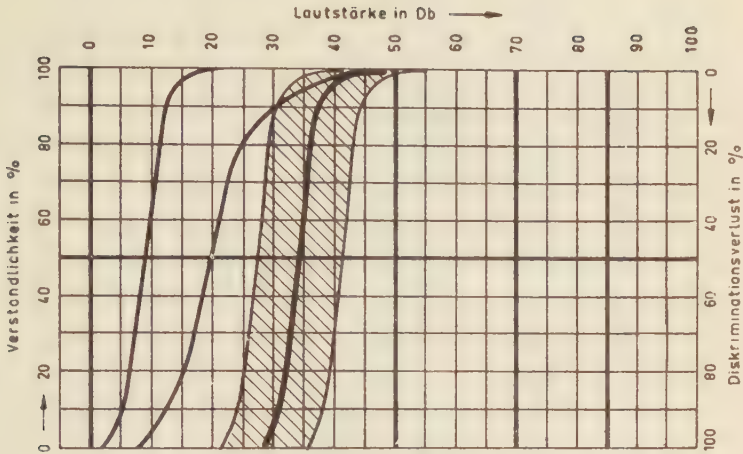


b) Luftleitungsschwelle

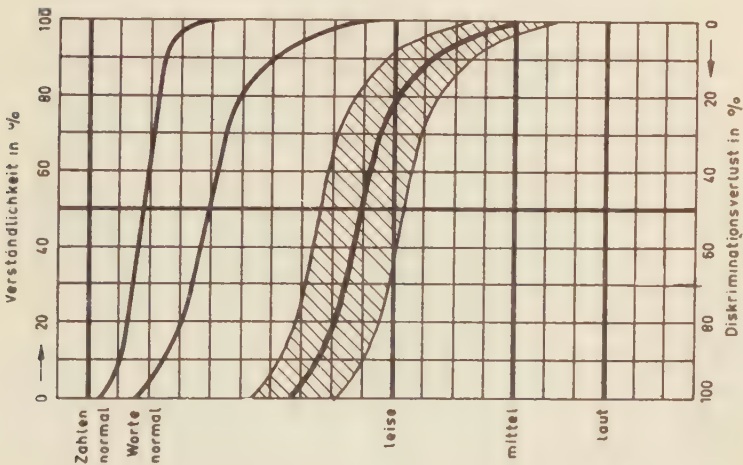


Halbschematische Darstellung: Die mittlere Linie stellt die Mittelwerte dar, die beiden äußeren die mittlere Streuung.

Sprachaudiogramme:



- a) Zahlenkurve. Der Mittelwert ist stark ausgezogen, die mittlere Streubreite schraffiert. Im Bereich der mittleren Streuung liegen 23 von 25 Audiogrammen.



- b) Wortkurve. Darstellungsweise wie oben, im Bereich der mittleren Streuung liegen 21 der 25 Audiogramme.

3. Mittelgradige Schwerhörigkeit

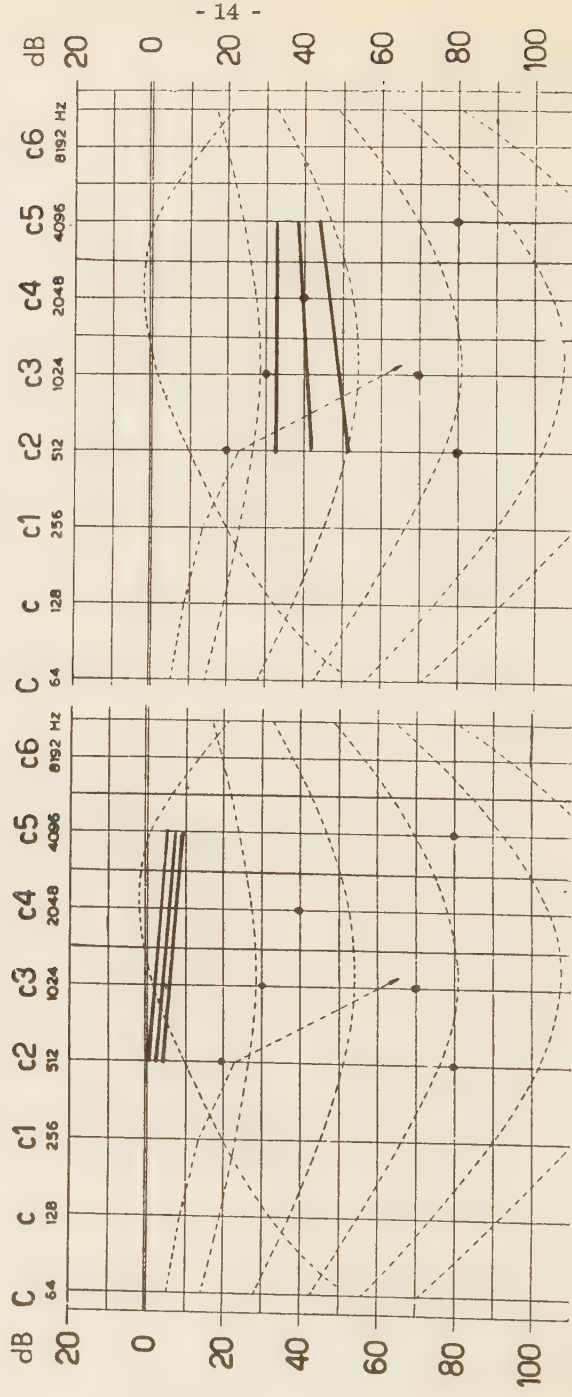
a) reine Schallleitungsstörungen: 37 Fälle

Hörweite: Umgangssprache 1 bis 4 Meter

Schwellenaudiogramme:

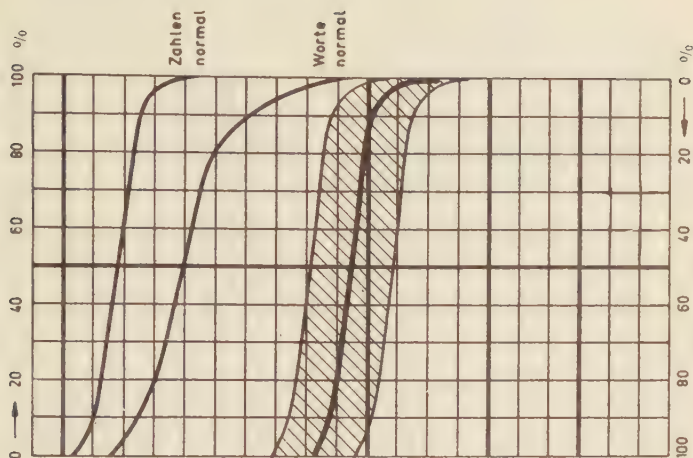
a) Knochenleitungsschwelle

b) Luftleitungsschwelle

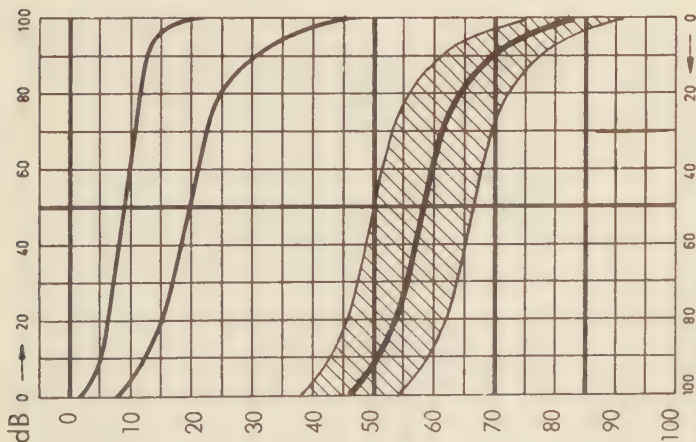


Halbschematische Darstellung: Die Mittellinie stellt die Mittelwerte dar, die beiden äußeren die mittlere Streuung.

Sprachaudiogramme:



- a) Zahlenkurve. Der Mittelwert ist stark ausgezogen, die mittlere Streubreite schraffiert, in ihrem Bereich liegen 31 von 37 Audiogrammen.



- b) Wortkurve. Darstellung wie oben, im Bereich der mittleren Streuung liegen 30 von 37 Sprachaudiogrammen.

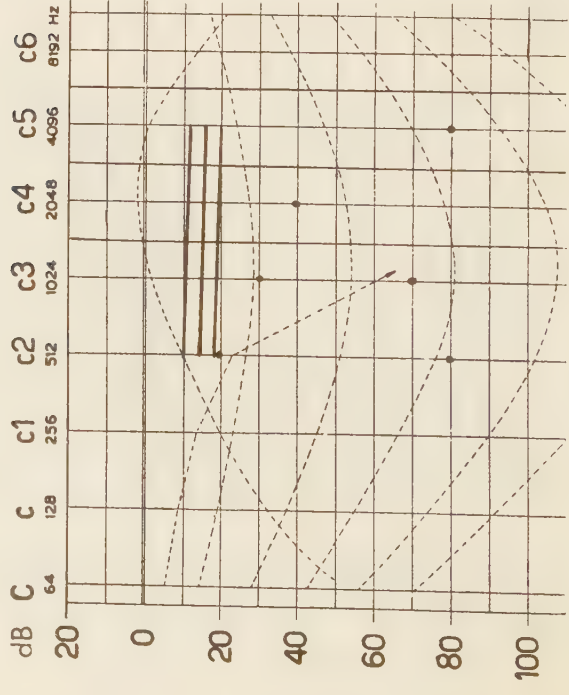
3. Mittelgradige Schwerhörigkeit

b) kombinierte Hörstörungen: 33 Fälle

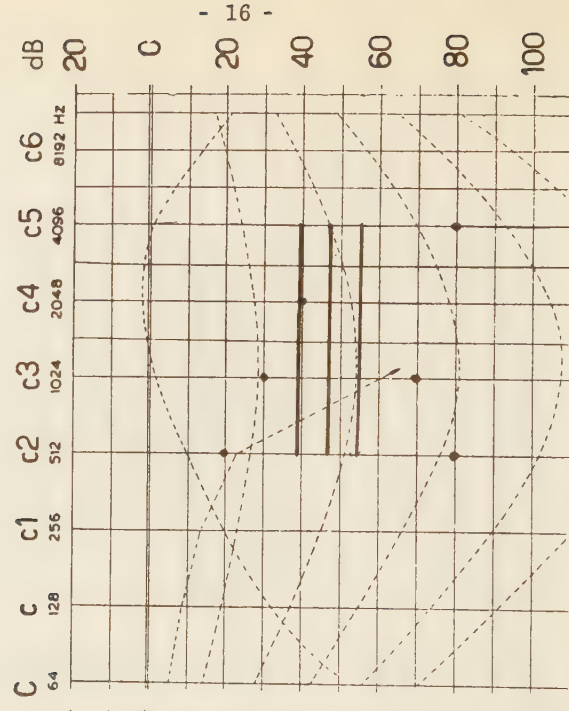
Hörweite: Umgangssprache 1 bis 4 Meter

Schwellenaudiogramme:

a) Knochenleitungsschwelle

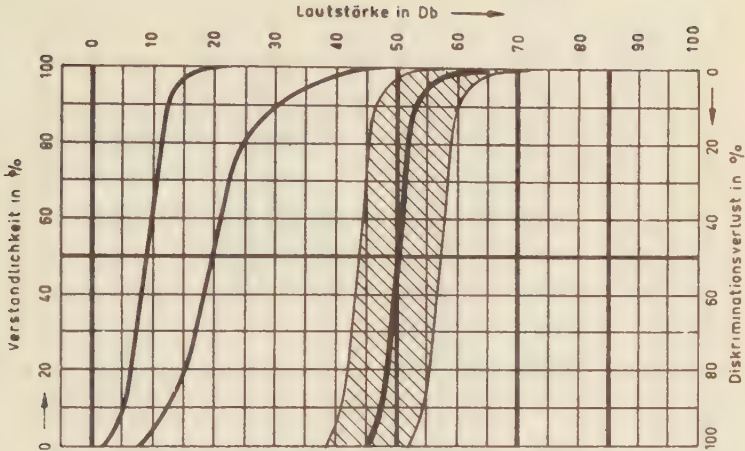


b) Luftleitungsschwelle

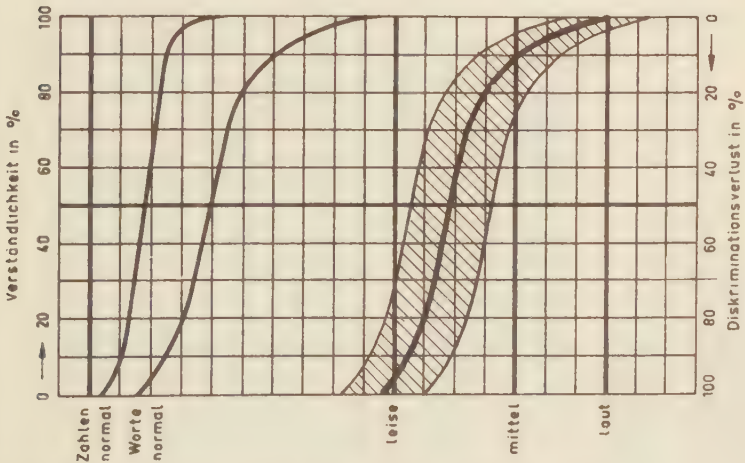


Halbschematische Darstellung: Die mittlere Linie kennzeichnet die Mittelwerte, die beiden äußeren umfassen den Bereich der mittleren Streuung.

Sprachaudiogramme:



- a) Zahlenkurve. Die stark ausgezogene Linie gibt die Mittelwerte an, der Bereich der mittleren Streuung ist schraffiert, in ihm liegen 28 von 33 Audiogrammen.



- b) Wortkurve. Darstellungsweise wie oben, im Bereich der mittleren Streuung liegen 26 von 33 Audiogrammen.

4. Hochgradige Schwerhörigkeit

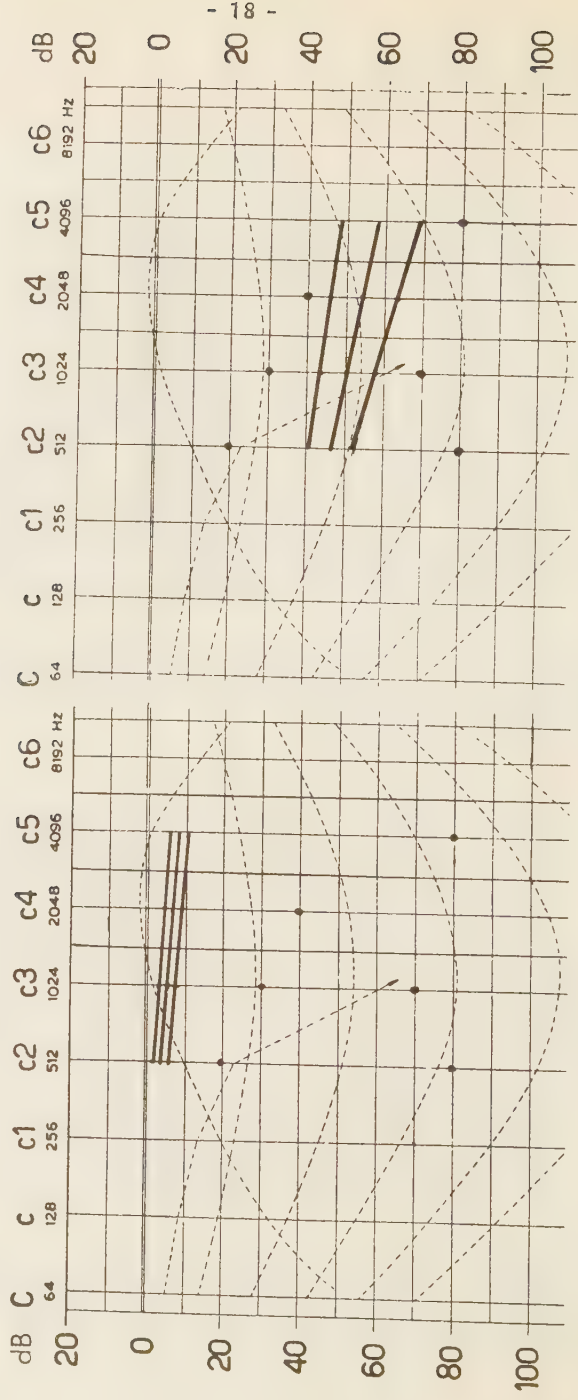
a) reine Schalleitungsstörungen: 10 Fälle

Hörweite: Umgangssprache 0,25 Meter bis 1 Meter

Schwellenaudiogramme:

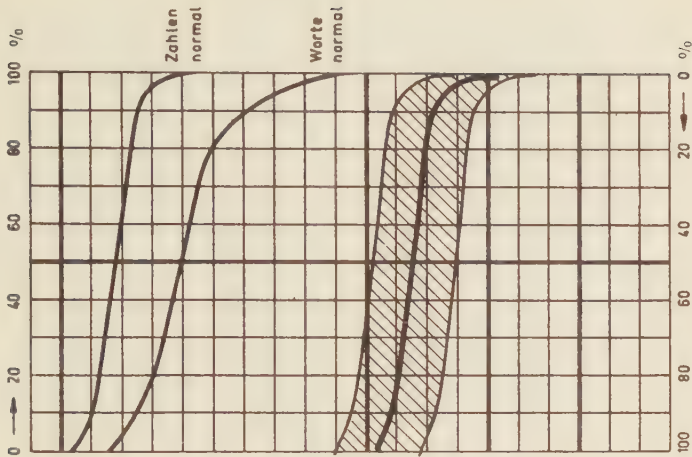
a) Knochenleitungsschwelle

b) Luftleitungsschwelle

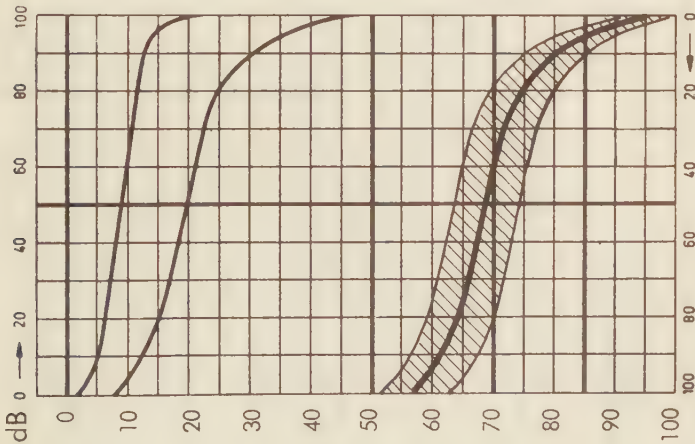


Halbschematische Darstellung: Die Mittellinie gibt die Mittelwerte an, die obere und untere Linie den mittleren Streubereich.

Sprachaudiogramme:



a) Zahlenkurve. Die stark ausgezogene Linie gibt die Mittelwerte an. Der Bereich der mittleren Streuung ist schraffiert, in ihm liegen 7 von 10 Audiogrammen.



b) Wortkurve. Darstellungswiese wie oben; im Bereich der mittleren Streuung liegen 7 von 10 Audiogrammen.

4. Hochgradige Schwerhörigkeit

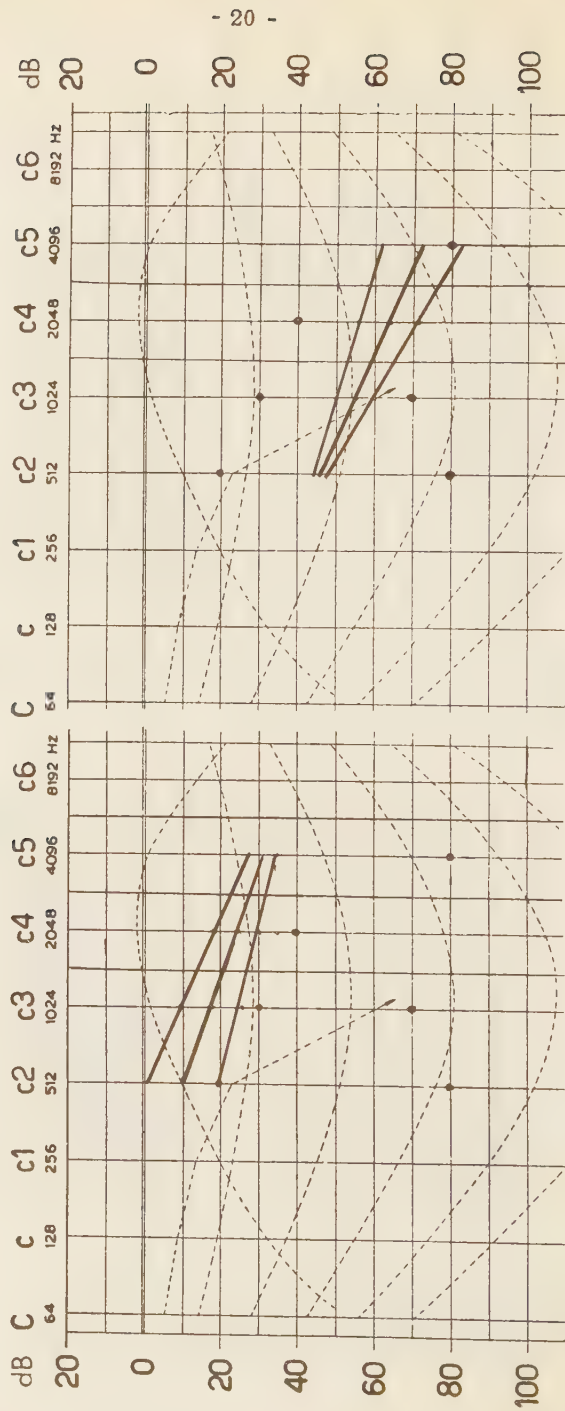
b) kombinierte Hörstörungen: 23 Fälle

Hörweite: Umgangssprache 0,25 Meter bis 1 Meter

Schwellenaudiogramme:

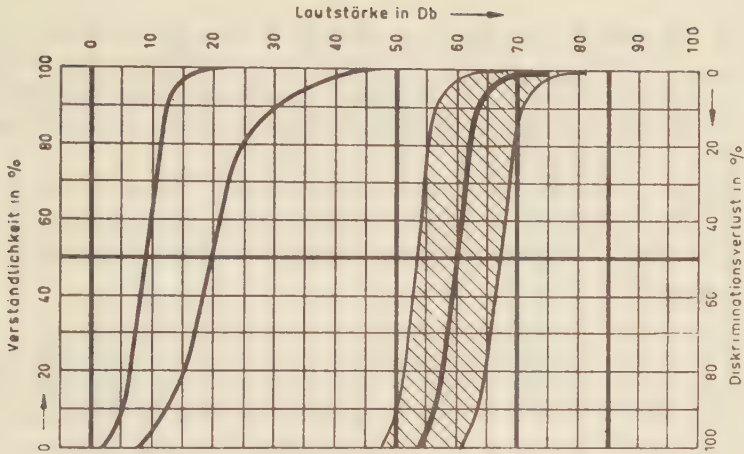
a) Knochenleitungsschwelle

b) Luftleitungsschwelle

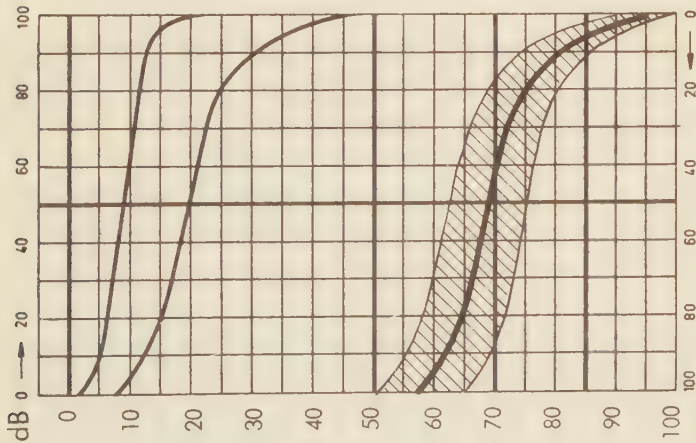


Halbschematische Darstellung: Die mittlere Linie gibt die durchschnittliche Hörschwelle dieser Gruppe an, die obere und untere zeigen die mittlere Streuung an.

Sprachaudiogramme:



- a) Zahlenkurve. Die stark ausgezogene Linie gibt die Mittelwerte an, der Bereich der mittleren Streuung ist schraffiert; in ihm liegen 21 von 23 Audiogrammen.



- b) Wortkurve. Darstellungsweise wie oben; im Bereich der mittleren Streuung liegen bei 50 % Verständlichkeit 16 von 23 Wortkurven, bei 100 % Verständlichkeit 20 von 23.

5. Praktische Taubheit

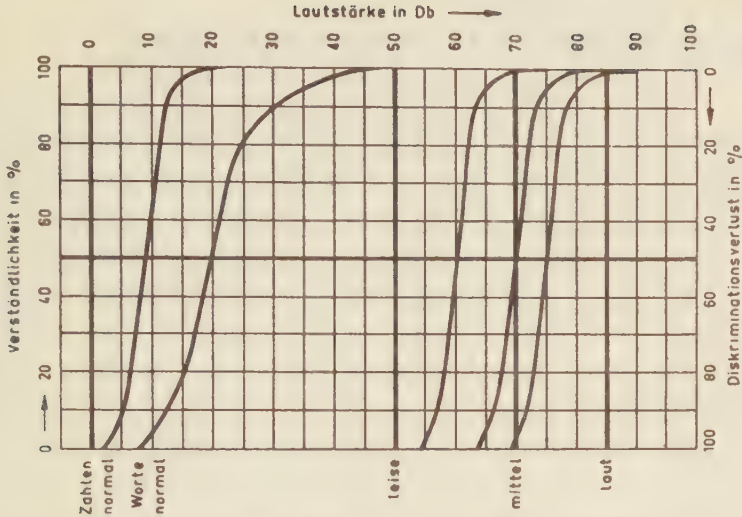
Hörweite; ad concham bis 0,25 Meter.

Eine Unterteilung in Schalleitungs- und kombinierte Hörstörungen ließ sich hier nicht vornehmen, da alle Patienten mit einem derart starken Hörverlust eine Innenohrbeteiligung aufwiesen. Es werden 4 Fälle aufgeführt, die im Sprachaudiogramm noch eine volle Zahlenverständlichkeit erreichten.

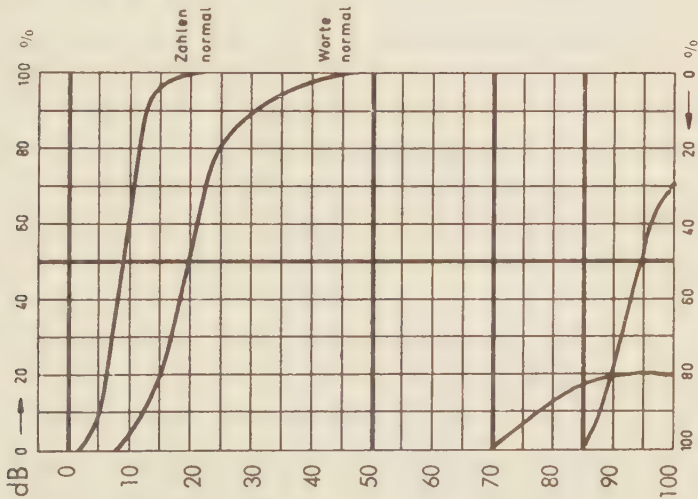
Drei Patienten verstanden Flüstern noch ad concham, einer hörte es nicht mehr. Umgangssprache verstand ein Proband in 0,1 m, zwei in 0,2 m, einer noch in 0,3 m Entfernung (Zahlworte), Testworte verstanden zwei ac, zwei noch in 0,2 m Entfernung.

Eine übersichtliche Darstellung der Schwellenaudiogramme ist nicht möglich. Die Werte für die Knochenleitung lauten von 512 Hz bis 2048 Hz: 30 dB, 37 dB, 40 dB und 43 dB. Von 1024 Hz bis 4096 Hz: 30 dB, 35 dB, 45 dB und 67 dB. Die Werte für die Luftleitungsschwelle betragen von 512 Hz bis 2048 Hz: 57 dB, 65 dB, 75 dB, und 70 dB, von 1024 bis 4096 Hz: 52 dB, 60 dB und für zwei Patienten 83 dB.

Sprachaudiogramme:



- a) Zahlenkurve: Die obere und mittlere Linie trifft für je einen Patienten mit einem Diskriminationsverlust von 30 % zu, die untere für den 3. Patienten mit einem DV von 30 % und den mit einem DV von 80 %.



- b) Wortkurven: 3 der Patienten weisen einen Diskriminationsverlust von 30 % auf, einer einen von 80 %.

Fälle mit Diskriminationsverlust

A) 2. Falle mit einem Diskriminationsverlust von 5 bis 20 %

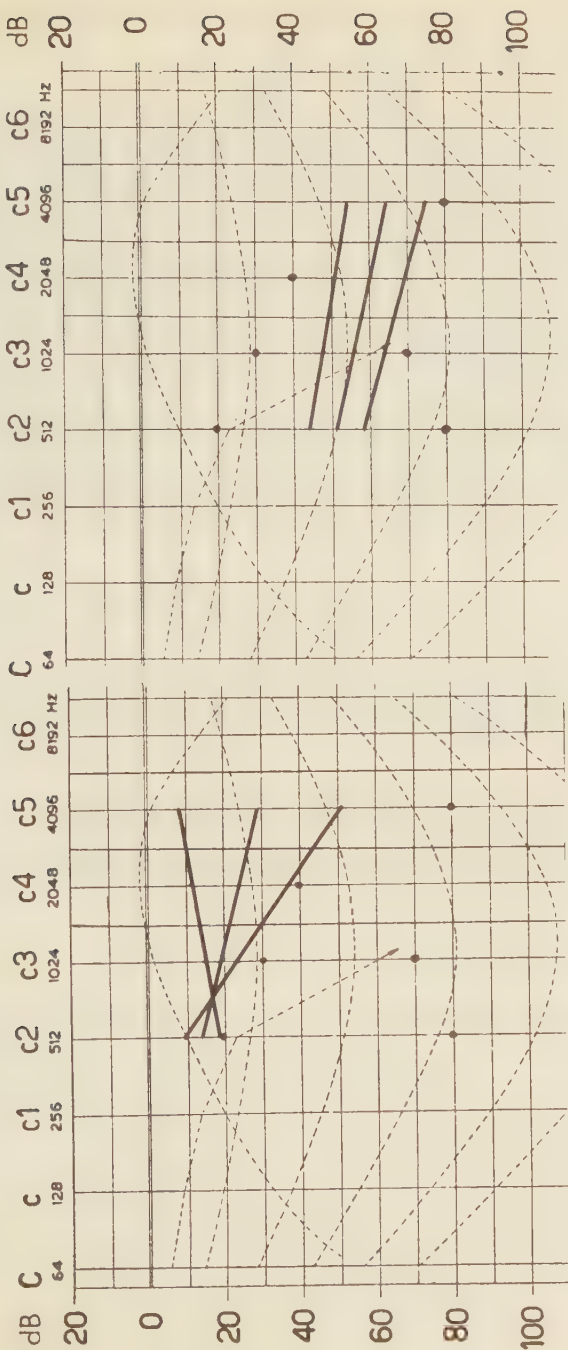
Hörweite i. Metern	0	ac	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
	3	1		1			1		5 % DV
Flüstern	1	1	2		1		1	1	10 % DV
Zahlworte	3	2	3	1	1				20 % DV
Umgangsspr.							1		5 % DV
		1							10 % DV
Zahlworte		1		1			1		20 % DV
Umgangsspr.		1				1	2		5 % DV
						2	1		10 % DV
Testworte		1		1		1	1	1	20 % DV

Hörweite i. Metern	0,7	1	1,2	1,3	1,5	2	2,5	3	3,5	
										5 % DV
Flüstern										10 % DV
Zahlworte				1						20 % DV
Umgangsspr.	1		2		1		1			5 % DV
	1	1				2	1	1		10 % DV
Zahlworte				1	1	4		1		20 % DV
Umgangsspr.		1				1				5 % DV
					3			1		10 % DV
Testworte	1	3	1			2				20 % DV

Die Zahlen geben an, wieviele Patienten in der vorgegebenen Prüfungsart mindestens 2 von 3 Wörtern in der betreffenden Entfernung richtig verstehen.

Schwellenaudiogramme:

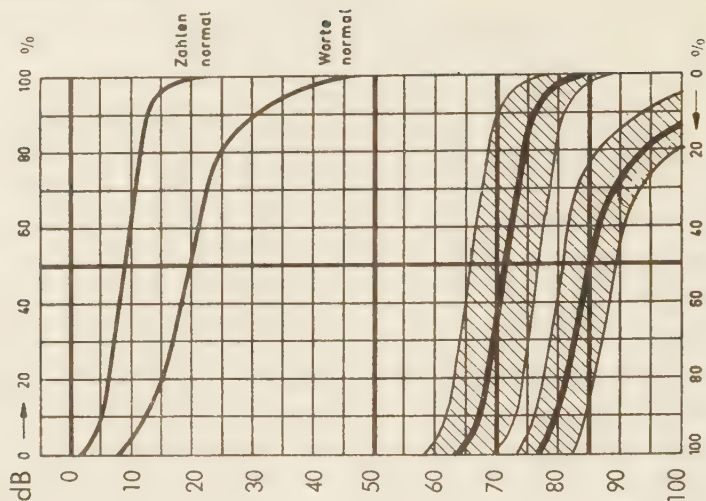
a) Knochenleitungsschwelle



b) Luftleitungsschwelle

Halbschematische Darstellung: Die mittlere Linie stellt das Mittelwertaudiogramm dar, die beiden anderen die mittlere Streuung.

Sprachaudiogramme:



Die stark ausgezogene Linie kennzeichnet jeweils den Mittelwert; der mittlere Streubereich ist schraffiert, in ihm liegen 21 von 24 Zahlenkurven. Bei 50 % Wortverständlichkeit liegen 23 der 24, bei 100 % Wortverständlichkeit alle 24 Audiogramme im Bereich der mittleren Streuung.

B) 3 Fälle mit einem Diskriminationsverlust von 30 %
siehe Gruppe 5

C) 2 Fälle mit einem Diskriminationsverlust von 60 %

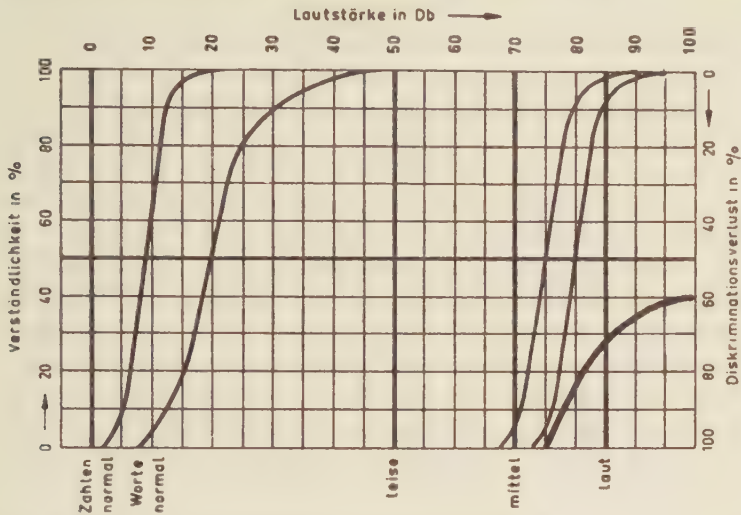
Hörweite: Flüstern (Z.) : $\emptyset = 1$, ac = 1.

Umgangsspr. (Zahlen) : 0,5 m = 1, 0,3 m = 1.

Umgangsspr. (Testworte) : 0,4 m = 1, 0,2 m = 1.

Hörschwelle über Knochenleitung	v. 512 Hz - 2048 Hz 50 dB und 53 dB
	v. 1024 Hz - 4096 Hz 52 dB und 40 dB
" Luftleitung	v. 512 Hz - 2048 Hz 57 dB und 67 dB
	v. 1024 Hz - 4096 Hz 69 dB und 77 dB

Verständlichkeitskurven für Zahlen und Worte untenstehend.



D) 1 Fall mit einem Diskriminationsverlust von 80 %
siehe Gruppe 5.

Der Diskriminationsverlust wird meist auf einsilbige Wörter angewandt und gibt den Prozentsatz der nicht verstandenen Wörter bei einer vorgesehenen Prüfungsart an.

Vorliegende Abbildungen zeigen, daß eine schematische Wiedergabe der Tonschwellenaudiogramme mit zunehmendem Hörverlust an Bedeutung verliert.

Die durchgeführten sprachaudiometrischen Untersuchungen ergaben für die Zahlenkurven der Normalhörer bei 50 % Verständlichkeit eine Abweichung von 2 1/2 Dezibel gegenüber den von Heermann (Freiburg) ermittelten, stimmen aber bei 100 % Verständlichkeit mit ihnen überein. Die mittlere Streuung beträgt für diesen Test 4 Dezibel. Die Wortkurven der hiesigen Normalhörer differieren bei 50 % Verständlichkeit um 4 Dezibel, stimmen bei 100 % Verständlichkeit ebenfalls mit den in Freiburg ermittelten überein. Bei zunehmendem Hörverlust sind immer größere Lautstärken erforderlich, wenn alle angebotenen Wörter verstanden werden sollen. Der Hörverlust für Sprache wird nach Hahlbrock bestimmt durch den Dezibelwert, der zwischen dem gemittelten Punkt der 50 prozentigen Verständlichkeit Normalhörender und dem individuellen pathologischen Wert liegt. Dies gilt für Zahlen ebenso wie für Worte. Die als physiologisch anzusehende Schwankungsbreite wird dabei einbezogen, sie beträgt wie oben erwähnt für Zahlen 4 Dezibel, somit erhält man den Hörverlust für Sprache in Dezibel, indem man von dem erhaltenen Wert der 50 prozentigen Zahlenverständlichkeit 15 dB abzieht. Für den Worttest sind das 30 Dezibel (siehe Normalhörer).

Diese Betrachtungsweise nimmt ihren Ausgangspunkt von der amerikanischen Literatur, wobei das 50 prozentige Verstehen der Zahlworte (des Normalhörenden) als Nullwert des Sprachverlustes angesetzt wird; Lüscher und Baud folgten in diesem Punkt dem Vorgehen des psychoakustischen Laboratoriums der Havard-Universität. Die Übernahme dieses Vergleiches ermöglicht es, das Sprachaudiogramm im deutschen Sprachbereich für Gutachten heranzuziehen, womit eine bereits 1952 von R. Mittermaier gestellte Forderung erfüllt wird.

Wie weit lassen sich die sprachaudiometrischen Untersuchungen zur Begutachtung heranziehen?

Während zur Ermittlung der Hörschwelle einzelne Töne über den ganzen Frequenzbereich angeboten werden, wird die Sprachprüfung mit Wort- und Zahlenreihen durchgeführt; durch die Zusammenstellung phonetisch ausgewogener Testreihen wird mit den Zahlenreihen nach Hahlbrock der Hörverlust für Sprache, mit Hilfe der Wortreihen das Wortunterscheidungsvermögen festgestellt. Der Hörverlust sagt uns, wie weit die normale

Zahlenkurve nach rechts verschoben ist, also um welchen Betrag die Lautstärke gegenüber der Norm erhöht werden muß, um Zahlwörter zu verstehen. Der Diskriminationsverlust zeigt den Grad des fehlenden Wortunterscheidungsvermögens, also die Art der Innenohrkomponente an. In solchen Fällen wird sich bei der klassischen Hörprüfung eine besonders schlechte Verständlichkeit für Flüstersprache ergeben.

Über die praktische Verwertbarkeit des Sprachaudiogramms gehen die Meinungen auseinander, soweit diese Untersuchungsmethode zur Indikationsstellung für hörverbessernde Operationen herangezogen wird. Nach Hahlbrock ist bei einem Diskriminationsverlust von mehr als 10 - 20 Prozent von einer Fensterungsoperation abzusehen. Sprachaudiogramme, deren Wortkurven steil verlaufen und dicht bei der Zahlenkurve liegen, gelten zusammen mit dem klinischen Bild und anderen audiometrischen Daten, falls die Schmerzgrenze beim Toleranztest nicht erreicht wird, als prognostisch günstig und lassen eine gute postoperative Hörbesserung erwarten.

Besonders bewährt hat sich die Sprachaudiometrie in der Hörmittelberatung: Wenn dem Gespräch aus 1 bis 2 Metern nicht gefolgt werden kann, gilt ein Diskriminationsverlust von 0 bis 30 Prozent als günstige Voraussetzung, ein Diskriminationsverlust von 70 % als Grenzwert für das Anpassen einer Hörhilfe, weil sonst auch damit kein Satzverständnis erreicht werden kann. Im Zusammenhang mit den anderen Untersuchungen (genauer Hörprüfung in der althergebrachten Weise, dem Eintonschwellenaudiogramm, der Sprachverstärkerprüfung und der Bestimmung eines eventuell vorhandenen Recruitments), vermag das Sprachaudiogramm also einen wertvollen Beitrag in der Schwerhörigenberatung zu leisten. H. Mol, Huizing, Hahlbrock u. a. empfehlen bei Kindern und Jugendlichen Hörapparate unabhängig von den Sprachaudiogrammen zu verordnen.

Die Sprachaudiometrie in der heute üblichen Form schaltet bei der Anfertigung eines Gutachtens wesentliche Fehlerquellen aus und ermöglicht so Vergleiche mit Ergebnissen, die an anderen Orten gewonnen wurden. Durch die genormten Teste wird ein einheitliches Prüfmaterial garantiert, durch die Bandwiedergabe der einheitliche Sprecher, durch die Kopfhörer der Außenlärm in der erforderlichen Weise abgehalten, sofern der Hörprüfraum nicht in einer besonders lärmgestörten Gegend liegt. Außerdem erfaßt die Methode erstmalig den sogenannten Diskriminationsverlust

(Silverman, Davis, Güttner u. a.), der eine genauere Beurteilung des Hörverlustes zuläßt. Darum sollte das Sprachaudiogramm in keinem Gutachten fehlen, da es auch bei einfachen Tauglichkeitsprüfungen eine wertvolle Ergänzung darstellt.

Das Benehmen eines Probanden gibt oft schon bei der Aufnahme des Sprachaudiogramms wertvolle Hinweise auf seine Mentalität, denn selbst hochgradig Schwerhörige verwechseln bestimmte Vokale kaum, wohl aber Simulanten. Aus der Lage der Wort- und Zahlenkurve läßt sich oft schon beim Vergleich mit der Hörweite für Umgangssprache ein Täuschungsversuch ablesen; so paßt eine Hörweite von einem Meter bei monauraler Prüfung nicht zusammen mit einem Sprachaudiogramm, das bei 60 dB die volle Verständlichkeit für Worte erreicht.

Im folgenden sind die auf S. 7 - 27 gewonnenen sprachaudiometrischen Ergebnisse auf das in unserem Lande gültige Schema der (prozentualen) Einstufung eines Hörschadens unter Berücksichtigung der Erwerbsminderung (EM) eingetragen. Es sind dies die von der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenärzte 1952 festgelegten Richtlinien, sie gelten als rechtlich verbindlich. Die Fälle mit einem Diskriminationsverlust sind entsprechend ihrer Hörweite für Umgangssprache eingestuft. 15 Dezibel wurden in allen Untersuchungen als Nullwert für den Sprachverlust angesehen, da 15 Dezibel als physiologischer Grenzwert angesehen werden müssen.

Ein Patient mit einer leichtgradigen Schwerhörigkeit kann einen Diskriminationsverlust von 5 - 10 Prozent aufweisen. Es wäre zu erwägen, ob ihm nicht bei der Einstufung seiner Erwerbsminderung der prozentuale Anteil der mittelgradigen Schwerhörigkeit gewährt werden soll. Andererseits legt dieses Vorkommnis den Gedanken an eine völlig andere Betrachtungsweise nahe, entweder das Sprachfeld (des Sprachaudiogrammes) systematisch in bestimmte Sektoren zu unterteilen, dabei Areale für den Zahlen- und Worttest auszuwählen und jeder Gruppe von Schwerhörigen einen gewissen Prozentsatz an Diskriminationsverlust zuzuteilen (W. S c h i l l i), oder auch hier wieder dem amerikanischen Beispiel zu folgen. Beide Male erscheint die Hörweite, wie sie sich aus der klassischen Sprachprüfung ergibt, weitgehend, im letzteren Fall sogar ganz vernachlässigt. Bekannt dafür wurden besonders T. E. Walsh, S. R. Silverman und H. Davis. Sie erarbeiteten den Begriff des SOCIAL ADEQUACY INDEX, nach Boenninghaus und R ö s e r etwa Hörtüchtigkeitsmaßzahl, aus ihrer Erkenntnis, so der sozialen Situation des Schwerhörigen gerechter zu werden.

Vorschlag zur Einstufung eines Hörschadens unter Berücksichtigung
der Erwerbsminderung und des Sprachverlustes in Dezibel

Schwerhörigkeitsgrad	Hörweite in Metern	Hörweite in Metern	Sprachverlust in Dezibel	Sprachverlust in Dezibel	Diskriminations- verlust in %	Erwerbsminderung in Prozenten			
						einseitig		doppelseitig	
	Umgangs- sprache	Flüstern	Zahlen	Worte		Allgemeiner Arbeitsmarkt	bes. qualif. Berufe	Allgemeiner Arbeitsmarkt	bes. qualif. Berufe
1. normal	über 6	über 6	0	0 - 15	0	0	0	0	0
2. leicht	über 4	0,5 - 6	10 - 25	20 - 35	0	0	0	0	10
3. mittel	1 - 4	ac - 4	25 - 40	35 - 50	0 - 20	5	10	20	30
4. hoch	0,25 - 1	0 - 0,3	35 - 50	50 - 60	20 - 30	10	30	50	50
5. prakt. taub	ac - 0,25	ac	über 50	über 60	30 - 80	15	30	50	50-70
6. taub	ø	ø	ø	ø	ø	20	30	50	50-70

Über die Zweckmäßigkeit der Hörtüchtigkeitsmaßzahl = SAI im Deutschen

In ihrer Arbeit: "DIAGNOSIS AND EVALUATION OF FENESTRATION" berichten Walh und Silverman 1946 über ihre Indikationsstellung zur Fensterungsoperation. Dabei bedienten sie sich bereits damals zahlreicher Tests und behielten dann weiterhin die Tests Nr. 9, Nr. 12, den Test 4 C, CD, als maßgebendsten aber den PB-Test bei. Dieser ursprünglich von Egan entwickelte Test (phonetically balanced = PB Test) besteht aus unter sich phonetisch ausgewogenen Einsilbern und basierte auf der Häufigkeitszählung der Laute in der englischen Sprache, die nach Dewey aus 100 000 Wörtern ausgezählt wurde. vom CID (Central Institute for the Deaf) wurde er später als Auditory Test W 22 auf 4 Listen mit je 50 Wörtern umgestellt (ursprünglich waren es 20 solcher Listen). Aus den 4 Listen wurden 24 Gruppen mit insgesamt 1200 Wörtern gebildet. Der PB-Test war das Vorbild für unseren deutschen Worttest und unterscheidet sich deshalb nur durch die phonetische Differenz zwischen beiden Sprachen von ihm. Darauf wird später näher eingegangen.

Eine flache Luftleitungskurve, die in den höheren Frequenzen möglichst noch ansteigen soll, eine Knochenleitungsschwelle von nicht mehr als 20 dB in den Frequenzen von 200 Hertz bis 4000 Hertz werden nach Silverman als ideal für eine Fensterungsoperation angesehen. Die über die Knochenleitung ermittelte Hörschwelle gilt als unzuverlässig, da die unterschiedliche Pneumatisation des Mastoids, die Beschaffenheit des subcutanen Gewebes dort und das Anlegen des Knochenleitungshörers in ihrer Auswirkung auf die so ermittelte Hörschwelle nicht zu beurteilen sind. Der Knochenleitungskurve wird nur im Rahmen der gesamten Betrachtung eine gewisse Bedeutung beigemessen. Prognostisch ausgewertet wird auch die Stimme des Patienten: eine leiste Aussprache, normale Artikulation und eine gute Mundformung gelten als gute Anzeichen. Starke Innenohrschädigung bedingt eine laute Stimme, wobei besonders die Konsonanten S und Th verwaschen sind, da die Eigenkontrolle fehlt. Es finden an zwei aufeinanderfolgenden Vormittagen Untersuchungen statt, dabei werden unter anderem Artikulationsteste angewendet und an Hand ihrer Ergebnisse die Cochlearfunktion abgeschätzt. Entscheidend dafür ist die sogenannte Artikulationskurve des PB-Testes. Bleibt ihr Verlauf charakteristisch, so ist nur die Hörschwelle erhöht und das Innenohr gilt als genügend funktionstüchtig, um einem hörverbessernden

Eingriff den gewünschten Erfolg zu gewährleisten. Auf diese Weise werden nur Störungen bis einschließlich 3500 Hertz erfaßt, oberhalb davon bleiben sie unberücksichtigt¹⁾. Diese Methode wird der Stimmgabelprüfung und dem Eintonschwellenaudiogramm vorgezogen, da rechnerische Schlüsse aus dem Eintonaudiogramm, wie sie in den USA von anderen Autoren gezogen werden, als wissenschaftlich unzulässig angesehen werden. Die Schwelle gibt keinen Aufschluß über das Verhalten des Ohres über eine weite Skala von Sprachintensitäten. Die Reintonaudiometrie gibt wohl eine gewisse Veränderung der Hörschwelle wieder, läßt aber keinerlei Schlüsse auf das postoperative Sprachgehör zu.

Mit Hilfe des PB-Testes fertigten T.E. Walsh und S.R. Silverman Artikulationskurven (=Sprachaudiogramme) an. Sie nahmen an, so die sämtlichen Frequenzen in der ihnen zukommenden Bedeutung zu messen; die gewonnenen Artikulationskurven nahmen sie als Maß der Hörfähigkeit, ihre jeweilige Lage im sogenannten Sprachfeld ermöglichte es, sie mit Artikulationskurven anderer Patienten zu vergleichen. Später wählten sie drei Intensitätsempfindungen: leise = 55 dB, mittel = 70 dB und laut = 85 dB, bezogen auf die absolute Dezibelskala und lasen die bei diesen Intensitäten (mittels PB-Test) erzielte prozentuale Wortverständlichkeit ab, die so erhaltenen Werte addierten sie und teilten die Summe durch drei; die sich ergebende Zahl nannten sie den SOCIAL ADEQUACY INDEX.

H. Davis erkannte in Reihenuntersuchungen, daß die Artikulationskurven für den PB- und andere Tests jeweils einen charakteristischen Verlauf aufweisen und stellte eine Tabelle auf, die es ermöglicht, den SOCIAL ADEQUACY INDEX (=SAI) ohne Rechnen abzulesen, wenn man den Hörverlust für Sprache in Dezibel kennt. Auf der Abszisse ist der Hörverlust für Sprache in Dezibel, auf der Ordinate der Diskriminationsverlust in Prozenten eingetragen. Patienten mit gleichlautender Hörtüchtigkeitsmaßzahl werden einander gleichgestellt, ohne Rücksicht auf den Diskriminationsverlust, der durch einen geringeren Hörverlust für Sprache in Dezibel bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden kann. Ein SAI von 99 bis 94 gilt als normal, einer von 10 bis 15 als Grenze der Kompensationsfähigkeit, das heißt, hier nützt auch eine Hörhilfe nicht mehr. Der Beginn der Schwierigkeiten im Umgang liegt bei einem Wert von 67.

1) Für das Eintonschwellenaudiogramm ebenso wie für die Verständlichkeit der englischen Sprache werden die höher liegenden Frequenzen als unmaßgeblich erachtet, da sie sich im Eintonschwellenaudiogramm kaum und für die Sprachverständlichkeit nicht auswirken.

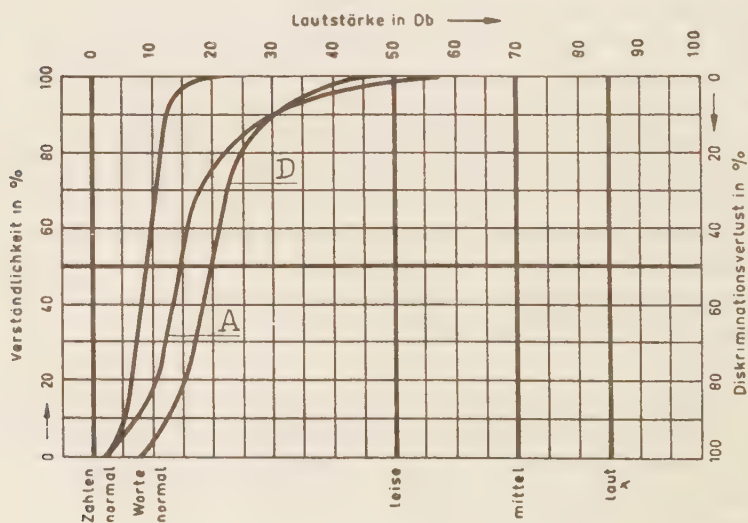
Bei einem Sprachverlust von mehr als 35 Dezibel (bezogen auf den angelsächsischen PB-Test) wird ein Hörgerät nötig, bei weniger kann jeder kompensieren. Eine Fensterungsoperation wird nur vorgenommen, wenn ein SAI von 50 oder besser erreicht werden kann, bei 54 gilt ein operiertes Ohr sozial angemessen und bedarf keiner Hörhilfe. Um eine Rehabilitierung eines Menschen nach der Operation zu gewährleisten, werden also Gewinn und Index, letzterer sogar entscheidend, berücksichtigt.

Diese Betrachtungsweise muß als sinnvoll anerkannt werden, sofern das Ein-tonschwellenaudiogramm zur Indikationsstellung mit herangezogen wird. Meines Erachtens muß es jeder Operateur kennen, um an Hand der Mittel-ohrkomponente seinen Operationserfolg abschätzen zu können; denn jede Operation, ob Tympanoplastik oder Fenestration, behält meist eine bestimmte Luftleitungskomponente, mit der von Anfang an gerechnet werden muß (siehe Wullstein: "Die modernen hörverbessernden Operationen").

Wie erwähnt stellt unser Sprachtest eine Nachahmung des PB-Testes dar und der unterschiedliche Verlauf unserer Wortkurve im Vergleich zur amerikanischen "Artikulationskurve" ist nur durch die phonetische Differenz zwischen beiden Sprachen bedingt. Sie stellt sich bei der Anwendung der in unserem Sprachbereich üblichen Dezibelskala wie folgt dar:

A = die Verständlichkeitskurve für den PB-Test.

D = die Verständlichkeitskurve für unseren Worttest.



Das heißt, der PB-Test ist für den Normalhörigen in den USA bis zu einem Unterscheidungsvermögen von etwa 90 Prozent leichter verständlich, als dem deutschen Normalhörigen der deutsche Worttest, benötigt aber bis zum vollen Verständnis eine um 10 Dezibel größere Intensität.

Nach einigen Versuchen gelang es, den SAI für das Krankengut unserer Klinik als brauchbare Vergleichsmethode zu bestätigen, das heißt, die von H. Davis aufgestellte Tabelle läßt sich auch im Deutschen anwenden und trifft besser zu, als eine andere hier früher beschriebene Methode.

Die Hörtüchtigkeitsmaßzahl wird dabei genau so ermittelt wie der SAI in den USA.

Am Sprachaudiogramm (Wortkurve) wird die prozentuale Verständlichkeit bei den Intensitäten: 40 Dezibel, 55 Dezibel und 70 Dezibel abgelesen, die 3 erhaltenen Werte werden addiert und durch 3 dividiert; 42 dB, 57 dB und 72 dB entsprechen der bei unserer Sprachaudiometrie üblichen Einteilung für die Empfindung: leise, mittel und laut des Normalhörigen, die in der absoluten Darstellung der Amerikaner die Intensitäten 55 dB, 70 dB und 85 dB kennzeichnen.

Der so erhaltene Wert ist die Hörtüchtigkeitsmaßzahl.

Zu beachten ist, daß immer durch 3 dividiert werden muß, auch wenn nur 2 der genannten Intensitätsgrenzen geschnitten werden; so verfahren wird nur bei Patienten, die keinen Diskriminationsverlust aufweisen.

Im folgenden wird der so ermittelte SAI von 325 Patienten wiedergegeben; es handelt sich um 100 Normalhörer, sowie 225 Schwerhörige, von denen 144 an einer reinen Schalleitungsschwerhörigkeit leiden, 81 von ihnen sind schalleitungs- und schallempfindungsgestört. Um eine bessere Übersicht zu gewähren erfolgt eine gruppenweise Zusammenfassung.

Bedingt durch die oben erwähnte phonetische Differenz zwischen englischer und deutscher Sprache erhält man unterschiedliche Werte für das gleiche deutsche Sprachaudiogramm als Hörtüchtigkeitsmaßzahl, wenn man sie einmal aus dem Verlauf der Wortkurve errechnet und zum anderen mit Hilfe des Hörverlustes für Sprache (in Dezibel) aus der von H. Davis aufgestellten Tabelle abliest; eine fünfzigprozentige Wortverständlichkeit bei 15 dB gilt hierbei als 0 dB Hörverlust für Sprache. Dieser Unterschied ist

ferner teilweise durch die Intensitätsdifferenz zwischen deutscher (= relative) und amerikanischer (= absolute) Dezibelskala und die nur in 5 dB-Stufen verstellbaren deutschen Sprachaudiometer verursacht; er wird deutlich durch die Gegenüberstellung der auf verschiedene Weise ermittelten Hörtüchtigkeitsmaßzahl:

Die Hörtüchtigkeitsmaßzahl im Deutschen
für Fälle ohne Diskriminationsverlust

	Mittelwert laut Tab. berechnet		Schwankungsbreite laut. Tab. berechnet	
Normalhörer	94	99	99-90	100-99
leichtgradige Schwerhörigkeit				
a) Schalleitungs- störungen	62	70	78-48	89-58
b) kombinierte Hörstörungen	61	69	77-46	87-56
mittelgradige Schwerhörigkeit				
a) Schalleitungs- störungen	34	39	50-17	60-25
b) kombinierte Hörstörungen	33	36	44-17	54-25
hochgradige Schwerhörigkeit				
a) Schalleitungs- störungen	16	20	24-8	29-7
b) kombinierte Hörstörungen	15	19	25-6	31-4

Wie die vorliegende Tabelle zeigt, beträgt die Differenz zwischen errechneter und laut Tabelle ermittelter Hörtüchtigkeitsmaßzahl für das gleiche deutsche Sprachaudiogramm maximal 11, im Durchschnitt nur 5, für Fälle mit fehlendem Diskriminationsverlust.

Weist ein Audiogramm einen Diskriminationsverlust bis zu 50 Prozent auf, so gilt dessen numerischer Wert als erster Summand, das prozentuale Zahlenverständnis an der 50 dB-Linie als zweiter, das prozentuale Zahlenverständnis an der 70 dB-Linie als dritter Summand; wird die 50 dB-Linie von der Verständlichkeitskurve für Zahlen nicht mehr geschnitten, so wird dennoch durch drei dividiert.

Beträgt der Diskriminationsverlust für die Wortverständlichkeitskurve mehr als 50 Prozent, so ergibt das maximal erreichte prozentuale Wortverständnis den ersten Summanden. Es folgen nun 11 Fälle mit einem Diskriminationsverlust von fünf bis achtzig Prozent, um die Differenz zwischen errechneter und (mittels Hörverlust für Sprache in dB, laut Zahlenkurve) aus der Tabelle abgelesener Hörtüchtigkeitsmaßzahl aufzuzeigen. Der Hörverlust für Sprache beträgt hierbei 0 dB, wenn ein 50 prozentiges Zahlenverständnis bei einer Intensität von 15 Dezibel erreicht wird.

Die Hörtüchtigkeitsmaßzahl im Deutschen für Fälle mit Diskriminationsverlust

Diskrimina- tionsverlust	Hörverlust für Sprache in Dezibel (Zahlenkurve)	Hörtüchtigkeitsmaßzahl a=laut Tab. b=berechnet	
		a	b
5 %	45	29	35
5 %	55	14	18
10 %	45	29	37
10 %	55	12	20
20 %	45	28	37
20 %	60	7	10
30 %	55	11	27
30 %	60	6	11
60 %	60	5	15
60 %	65	1,5	13
80 %	60	4	8

Bei den hier aufgeführten Fällen beträgt die Differenz zwischen errechneter und mit Hilfe der Tabelle ermittelter Hörtüchtigkeitsmaßzahl maximal 16, im Durchschnitt etwa 7,7.

Kritische Beurteilung der Hörtüchtigkeitsmaßzahl

Es hat sich gezeigt, daß die Bestimmung der Hörtüchtigkeitsmaßzahl geeignet wäre, für Gutachtenszwecke und zum Anpassen von Hörgeräten herangezogen zu werden, doch ist sie ein verhältnismäßig umstrittenes Verfahren (Hahlbrock, Boenninghaus und Röser). Die Berechnung der Hörtüchtigkeitsmaßzahl erfordert eine äußerst subtile audiometrische Arbeitsweise, und die Verwendung einer Schablone, um die sprachaudiometrisch ermittelten Meßpunkte miteinander zu verbinden.

Falls die Verwendung der Hörtüchtigkeitsmaßzahl abgelehnt wird, mache ich den Vorschlag, das Sprachaudiometer um ein Flüsterband (mit Zahlenworten) zu bereichern. Die zur Zeit übliche sprachaudiometrische Untersuchung gibt Aufschluß über einen eventuell vorhandenen Diskriminationsverlust, der durch ein Recruitment ebenso verursacht sein kann, wie durch den Verlust der hohen Frequenzen; ein Verlust der hohen Frequenzen läßt sich aus dem Sprachaudiogramm ablesen, wenn auch die Flüstersprache über Band geprüft wird, er manifestiert sich dann als Diskriminationsverlust in der Verständlichkeit für Flüstersprache, während ein positives Recruitment die Verständlichkeit der Flüstersprache nicht beeinflußt. Der Verlauf der Wortkurve weist verschiedentlich auf eine Innenohrbeteiligung hin, ein sicheres Urteil hierüber ermöglicht aber erst eine Verständlichkeitskurve für Flüstern: Die Verständlichkeitskurve für Flüstern liegt beim Normalhörigen bei niedrigeren Intensitäten als die Zahlenkurve, dieses Lageverhältnis bleibt auch beim Schalleitungsgestörten erhalten, im Falle einer Innenohrschädigung aber findet man die Verständlichkeitskurve für Flüstersprache bei höheren Intensitäten als die Zahlenkurve.

Diese Erwägungen stellten bereits H. C. Huizing, R. J. H. Kruisinga und H. G. Schmitt an.

Vergleich des Ton- und Sprachaudiogramms nach hörverbessernden Operationen

Während Hahlbrock fand, daß nach hörverbessernden Operationen trotz oft vorkommender normaler Eintonschwellenaudiogramme die Sprachaudiogramme dieser Patienten nie denen Normalhörer entsprechen, konnten wir bei 148 postoperativ untersuchten Patienten feststellen, daß von 40 Patienten nach Fensterungsoperation 6 ein völlig normales Schwellenaudiogramm hatten, 2 von ihnen lagen auch mit ihrem Sprachaudiogramm im Bereich der Norm.

Von 30 Patienten mit einer Tympanoplastik vom Typ IV (Typ IV nach Wullstein hört über die ovale Nische, ist also einem Patienten mit Fensterungsoperation gleichzusetzen) wiesen 5 ein normales Schwellenaudiogramm, 3 von ihnen auch ein normales Sprachaudiogramm auf.

Von 50 Patienten mit einer Tympanoplastik vom Typ III nach Wullstein (hören mit Columellaeffekt), wiesen 12 ein normales Eintonschwellenaudiogramm auf, 3 von ihnen ein normales Sprachaudiogramm.

Von 28 Patienten, deren Steigbügel mobilisiert wurde, wiesen 6 ein völlig normales Schwellenaudiogramm auf, 2 von ihnen lagen auch mit ihrem Sprachaudiogramm im Bereich der Norm.

Von 148 postoperativ Untersuchten hatten 29 ein völlig normales Eintonschwellenaudiogramm, 10 von ihnen auch ein vollwertiges Sprachgehör.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden 600 Patienten monaural untersucht um festzustellen, ob Beziehungen zwischen dem Schwellenaudiogramm und der Hörweite für Sprache bestehen; selbst unter bevorzugter Berücksichtigung des Hauptsprachgebietes im Eintonschwellenaudiogramm ist ein Vergleich nicht möglich.

Mit Hilfe von 355 Sprachaudiogrammen wurde die Abhängigkeit des Sprachaudiogrammes von der Hörweite ermittelt; die Einteilung der verschiedenen Schwerhörigkeitsgrade nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Hals-, Nasen-, Ohrenärzte ergab für die einzelnen Gruppen zwar charakteristische Sprachaudiogramme, aber ein teilweises Überschneiden der mittleren Streuung bei den Sprachaudiogrammen verschiedener Gruppen und eine ähnlich große Fehlerbreite, wie die einfache Hörprüfung mit Umgangs- und Flüstersprache.

Weiterhin konnte die Zweckmäßigkeit des SOCIAL ADEQUACY INDEX für unseren Sprachbereich festgestellt werden und die Art, die sogenannte Hörtüchtigkeitsmaßzahl im Deutschen zu ermitteln; falls die Hörweite dabei unberücksichtigt bleibt, ist die Fehlerbreite hierbei kleiner als bei den vorher beschriebenen Methoden. Die von H. Davis ausgearbeitete Tabelle läßt sich zum Ablesen der Hörtüchtigkeitsmaßzahl mit Erfolg anwenden, erfordert aber, die Sprachaudiometer mit einer Schablone zu versehen.

Falls die Verwendung des SAI abgelehnt wird, unterbreite ich den Vorschlag, das Sprachaudiometer um ein Band in Flüstersprache zu bereichern, um die diagnostischen Möglichkeiten des Sprachaudiogrammes zu erweitern.

Am Schluß dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht,
dem Direktor der Universitätsklinik für Hals-, Nasen-, Ohren-
kranke, Herrn Professor Dr. H. L. Wullstein für die
freundliche Überlassung des Themas zu danken.

Vielen Dank schulde ich Herrn Professor Dr. W. Kley
und Herrn Dr. H. G. Schmitt, für die mir gegebenen
nützlichen Hinweise.

Lebenslauf

Am 25. Juni 1924 wurde ich als Sohn des Schreiners Otto Kreutle und seiner Ehefrau Margarete, geb. Bergmüller, in Augsburg geboren.

Von meinem siebten Lebensjahr an besuchte ich die Volksschule und trat im April 1935 in das Humanistische Gymnasium in Kempten über.

Vom 6. Juli 1942 bis zum 9. Mai 1945 leistete ich meinen Wehrdienst ab und geriet in Kurland in russische Gefangenschaft, aus der ich nach dreieinhalb Jahren heimkehrte.

Mein Studium der Medizin begann ich im Wintersemester 1948/49 an der Universität Würzburg und legte nach dem ersten und zweiten Semester an der hiesigen Philosophischen Fakultät Ergänzungsprüfungen zu meinem Reifevermerk ab. Ein Kriegsleiden zwang mich länger zu pausieren. 1952 im Sommer bestand ich hier mein Physikum, im Sommer 1956 das Medizinische Staatsexamen.

Am 30. August 1956 heiratete ich die Tochter Christa des hiesigen Bauingenieurs Rudolf Kolbe.

Vom 15. Oktober 1956 bis 15. April 1957 war ich Medizinalpraktikant an der hiesigen Universitätsklinik für Hals- Nasen- Ohrenkranke, seit 1. Januar 1958 bin ich als Medizinalpraktikant an der Chirurgischen Abteilung der Krankenanstalt vom Dritten Orden in München-Nymphenburg tätig.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Otto Kreutle

